UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL BALSÓN, TABASCO, MÉXICO.

TRABAJO RECEPCIONAL BAJO LA MODALIDAD DE:

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECOLOGÍA

PRESENTAN:
JAIME JAVIER OSORIO SÁNCHEZ
Y
RAÚL LÓPEZ PÉREZ

CON LA ASESORIA DEL
DR. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ SÁNCHEZ

VILLAHERMOSA, TABASCO, DICIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL BALSÓN, TABASCO, MÉXICO.

TRABAJO RECEPCIONAL BAJO LA MODALIDAD DE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECOLOGÍA

PRESENTAN

JAIME JAVIER OSORIO SÁNCHEZ

Y

RAÚL LÓPEZ PÉREZ

con la asesoría del

DR. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ SÁNCHEZ

Villahermosa, Tabasco.

Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO
"ESTUDIO EN LA DUDA, ACCION EN LA FE"
DIVISION ACADEMICA DE CIENCIAS BIOLOGICAS
KM. O.5 CARR. VILLAHERMOSA-CARDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. y Fax (01-993) 3-54-43-08 y Tel. 3-58-15-79

DICIEMBRE 09 DE 2005

C. JAIME JAVIER OSORIO SANCHEZ
PAS. DE LA LIC. EN ECOLOGIA
P R E S E N T E

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL BALSON, TABASCO, MEXICO"**, asesorado por el Dr. José Luis Martínez Sánchez y sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Dr. Ernesto Rodríguez Rodríguez, Dr. Alberto Sánchez Munguia, Dra. Lilia María Gama Campillo, M. en C. Miguel Alberto Magaña Alejandro y Biól. José Luis Ramos Palma.

A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE

DR. WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SANCHEZ
DIRECTOR

DIVISION ACADEMICA
CIENCIAS BIOLOGICAS
DIRECCION

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.

UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO
"ESTUDIO EN LA DUDA, ACCION EN LA FE"
DIVISION ACADEMICA DE CIENCIAS BIOLOGICAS
KM. O.5 CARR. VILLAHERMOSA-CARDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. y Fax (01-993) 3-54-43-08 y Tel. 3-58-15-79

DICIEMBRE 09 DE 2005

C. RAUL LOPEZ PEREZ
PAS. DE LA LIC. EN ECOLOGIA
P R E S E N T E

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL BALSON, TABASCO, MEXICO"**, asesorado por el Dr. José Luis Martínez Sánchez y sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Dr. Ernesto Rodríguez Rodríguez, Dr. Alberto Sánchez Munguia, Dra. Lilia María Gama Campillo, M. en C. Miguel Alberto Magaña Alejandro y Biól. José Luis Ramos Palma.

A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA, ACCION EN LA FE

DR. WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SANCHEZ
DIRECTOR

DIVISION ACADEMICA
CIENCIAS BIOLOGICAS
DIRECCION

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.

INDICE

De

Jaime Javier Osorio Sánchez:

A mis padres, Omar Osorio Ramírez (q.e.p.d.) y Guadalupe Sánchez Gálvez, quienes sin límites me brindaron su cariño, y a quienes tengo como mi mayor ejemplo de dedicación.

A mis abuelas Hermila Gálvez Luna y Sara Ramírez Zurita (q.e.p.d.) y abuelos Felipe Sánchez Trinidad (q.e.p.d.) y José Rosario Osorio (q.e.p.d.), por el amor y sabiduría que me ofrecieron por tanto tiempo.

A mi querida esposa Marina, quien me ha brindado tanta felicidad y a quien debo la enorme dicha de nuestras hijas y nuestro hogar.

A mis hijas Marina Casilda Guadalupe y Claudia Cecilia, las mujercitas adoradas que han dado sentido a mi vida.

A mis hermanos Arturo, Omar (q.e.p.d.), Javier y Rosa; mis cuñadas Laura, Mayté, Chabela y Carmita y sobrinos Omar, Isabel Verónica, Javier Alberto, María Fernanda, Daniel Arturo, Diana Laura, Nadia Itzel, Daysi Cristel y Sergio Eduardo, quienes han mantenido la entrañable unión de nuestra familia grande.

De

Raúl López Pérez:

A Dios

Una vez más y siempre por todo lo que me ha dado la vida, fé, esperanza, sabiduría, inspiración, fortaleza para poder salir adelante. Mi amigo con quien puedo platicar todas las cosas difíciles que he vivido y a quien dedico esta tesis y mi vida entera. Gracias por vivir en mi corazón y porque tu palabra eterna me guía hacia tí.

A mis queridos padres, Sr. Inés López Salvador y Sra. Salomé Pérez Hernández, por heredarme buenos valores en la vida. Gracias a ellos aprendí a hacer realidad uno de mis grandes anhelos el llegar hoy hasta aquí, que es la mejor herencia recibida; porque apoyarme fue la mejor prueba de que creyeron en mí; por su cariño y comprensión a lo largo de estos años. A quienes les debo todo lo que soy y todo lo que tengo, incluyendo la vida misma. ¡ Mil gracias !

A mis hermanos Mercedes, Rosa y Marcos, quienes me apoyaron en los momentos más difíciles y por hacer suyas mis alegrías, además de creer en mí y estar ahí cuando los necesito. ¡ Los quiero mucho !

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a nuestro asesor, **Dr. José Luis Martínez Sánchez**, la confianza que ha tenido para con nuestro trabajo y nuestras personas. Durante su labor como catedrático nos demostró lo valioso que es como maestro y como investigador en la División Académica de Ciencias Biológicas, de la misma manera que ha reflejado su amplio acervo de conocimiento en nuestra investigación.

Al **Dr. Ernesto Rodríguez Rodríguez**, quien además de amistad nos ha brindado bondadosamente su tiempo y erudición, le estamos en perpetua deuda. Como Presidente del Jurado también le damos las gracias por su imparcialidad y guía.

A los miembros del Jurado, constituido por el **Dr. Alberto Sánchez Munguía** (Secretario), **Dra. Lilia María Gama Campillo** (Vocal), **Dr. Carlos Jorge Chiappy Jhones** (q. e. p. d.)(Suplente) y al **M. en C. Miguel Alberto Magaña Alejandro** (Suplente), nuestro más amplio reconocimiento.

A nuestros amigos **Miriam Bote Sánchez**, **Leticia Brambilla Hernández**, **Beatriz Pedraza Valier**, **Patricia Pedraza Arias**, **Martín Vadillo Cruz**, **Juan Antonio Magaña García**, **José Antonio Acosta Montejo**, **Jorge Antonio García Gómez** y **Jaime Jiménez Jiménez**, con quienes hemos disfrutado gratísimas horas de hermandad y jovialidad. Asimismo a los inolvidables amigos, don **Emir** y don **Salomón Hernández Fócil**, y don **Zenón Narváez Félix**, quienes con tanta bondad nos recibieron en sus ranchos estos años.

A los maestros de la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT, de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza y del Centro de Instrumentos de la UNAM, que con un verdadero espíritu de dedicación nos brindaron un camino de conocimiento que ha enriquecido nuestra vida profesional.

Agradecemos también a la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT, por habernos otorgado la beca para apoyo a tesis (Programa PIFI), con la cual pudimos solventar algunos de nuestros gastos de impresión, bibliografía, asesoría y materiales de laboratorio.

Finalmente, a "**El Gato**", ese ser que tan callada y obedientemente nos ofreció un inmejorable servicio durante los difíciles días en el campo.

RESUMEN

El fitoplancton del lago El Balsón, Tabasco, México, fue identificado y contado en 18 estaciones de muestreo. Las técnicas utilizadas en los conteos fueron el filtro de membrana y la cámara de sedimentación, y el número total de organismos de una muestra fue determinada realizando conteos de un número representativo de campos del microscopio. Sólo las diatomeas fueron limpiadas por la técnica denominada digestión ácida y montadas en preparaciones microscópicas con medio de montaje sintético.

Las especies dominantes del fitoplancton del lago El Balsón fueron *Ankistrodesmus angustus*, *Chilomonas oblonga*, *Chromulina pascheri*, *Cyclotella meneghiniana*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Trachelomonas volvocina*, *Glenodinium* sp., *Peridinium* sp. y *Strombomonas* sp. Las abundancias absolutas obtenidas en número de organismos por mililítro fueron relativamente bajas, con un promedio de 4183 org./ mL, excepto en el mes de mayo de 2003, cuando se registró una floración algal y las densidades en algunas estaciones llegaron a ser superiores a los 10 000 org./mL.

La diversidad de especies y la abundancia han sido principalmente relacionadas con los nutrientes, pero en esta investigación se sugiere que los factores morfométrico y edáfico son también determinantes. Los fitoplanctontes del lago El Balsón fueron arreglados en orden de su ocurrencia y un catálogo de especies es incluído.

ABSTRACT

Phytoplankton from El Balson Lake, Tabasco, Mexico, were identificated and counted in 18 sampling stations. The techniques used in the counts were the membrane filter and settling chamber, and the total number of organisms in a sample was determined by making counts of a representative number of microscopic fields. Only the diatoms were cleaning by the technique denomined acid digestion and mounting in microscopic slides with synthetical mounting medium.

The dominant species in the phytoplankton from El Balson lake were *Ankistrodesmus angustus*, *Chilomonas oblonga*, *Chromulina pascheri*, *Cyclotella meneghiniana*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Trachelomonas volvocina*, *Glenodinium* sp. and *Strombomonas* sp. Absolute abundances obtained in number of organisms for milliliter were relatively low, with mean 4183 org./mL, except in the month of May of 2003, when was registred an algal bloom and the densities in a few stations were upper to 10 000 org./mL.

The species diversity and abundance have been mainly concerned with the nutrients, but in this research is suggested that morphometric and edaphic factors are determinants too. The dominant phytoplankters of the El Balson Lake were arranged in order of their occurrence and a catalogue of species is included.

1. INTRODUCCIÓN

Las comunidades fitoplanctónicas de las aguas continentales, junto con las comunidades de macrófitos, representan los niveles tróficos primarios principales de los ambientes de aguas dulces. Por ello, su estudio no sólo es complementario al de las demás comunidades bióticas de dichos cuerpos de agua, sino que representa una proporción importante de la base trófica del ecosistema (Wetzel, 1981).

En lagunas tropicales, el fitoplancton presenta una alta diversidad de especies que se relaciona con la estabilidad del ecosistema en su conjunto. Por otra parte, además de constituir un componente trófico importante del medio acuático, debido a que sirve de alimento a numerosas poblaciones de consumidores de distintas dimensiones, desde protozoarios hasta peces y anfibios, el fitoplancton de las aguas continentales tropicales se diferencia de los macrófitos en que la productividad de éstos en parte es aprovechada también de manera directa por consumidores externos al medio acuático.

Sin embargo, la abundancia y distribución del fitoplancton dependen en gran medida de las características geomórficas, hidrológicas, climáticas y bióticas del cuerpo de agua, por lo que cada ambiente tendrá rasgos específicos correspondientes a los procesos ecológicos locales. Una manera sencilla de estimar las condiciones integrales del ecosistema acuático es conocer el patrón que muestra la diversidad de especies fitoplanctónicas y su distribución espacial y temporal. Generalmente se acepta que la diversidad de especies en una comunidad se puede describir con base en dos parámetros principales: la riqueza de especies y la abundancia relativa correspondiente a los individuos de cada especie (Magurran, 1989), lo cual simplifica el conocimiento del estado integral de la comunidad al reducir a sólo dos factores el análisis estructural de la comunidad.

En el estado de Tabasco, donde existe una amplia variedad de ecosistemas acuáticos, el conocimiento de los patrones de diversidad de especies del fitoplancton puede ayudar a comprender a dichos ecosistemas de una manera más completa, especialmente desde el punto de vista de la productividad (Rodríguez, 1996).

Entre los cuerpos lacustres de mayor productividad se encuentran aquellos de origen fluvial denominados lagunas periféricas, es decir, aquellos que se han formado a partir de la desviación de ríos que han dejado una cuenca lagunar que evoluciona hacia ambientes altamente productivos.

En México estos ambientes reciben el nombre de *lagunas en herradura, lagunas de media luna* o *balsones* (Santamaría, 1978). El estado de Tabasco, por su abundancia de ambientes lóticos también es una entidad rica en lagunas periféricas, en las que se requiere mayor investigación y un aprovechamiento racional de sus recursos; por ello el estudio de los diversos componentes tróficos de estos ecosistemas, y en especial del fitoplancton, aportará información valiosa para comprender la dinámica y la forma de aprovecharlos racionalmente.

2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo sobre diversidad de especies del fitoplancton de la laguna El Balsón, municipio de Macuspana, Tabasco, pretende cubrir la carencia de investigación que sobre el particular existe en la región, especialmente en el estado de Tabasco, el cual no cuenta hasta la fecha con ningún estudio de la comunidad fitoplanctónica de los cuerpos de agua locales, no obstante que éstos son abundantes en la zona.

La elección del tema de estudio también ha tomado en consideración la importancia ecológica que representan las comunidades fitoplanctónicas respecto al estado trófico de los cuerpos de agua, y la relación que muestra la diversidad de especies de tales comunidades con aspectos de estabilidad y dinámica del ecosistema. Por ello, se pretende que este primer esfuerzo respecto al conocimiento de la diversidad de especies del fitoplancton de la laguna elegida, pueda aportar información valiosa para el estudio de dichas comunidades.

Asimismo, entre los productos inmediatos de este trabajo se obtuvo un catálogo de especies fitoplanctónicas del ambiente estudiado, el cual podrá servir como guía para los estudiantes que se inician en el estudio de muchos protistos de las aguas dulces del estado de Tabasco.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 DEFINICIÓN.

Se denomina fitoplancton al conjunto de organismos fotosintéticos microscópicos cuya existencia transcurre la totalidad o la mayoría del tiempo en las zonas pelágicas de mares y cuerpos de aguas continentales, con poca o nula capacidad de movimiento a través del medio, pero con adaptaciones morfológicas y fisiológicas que permiten el crecimiento de las poblaciones (Wetzel, 1981). El término fitoplancton (del gr. φιτον = planta y πλαγκτοζ = errante) incluye, por lo tanto todos los organismos autotróficos, fotosintéticos, que poseen adaptaciones morfológica y fisiológicas (tales como la posesión de vacuolas gaseosas y envolturas mucilaginosas que incrementan la flotabilidad) para explotar el medio acuático pelágico (Cole, 1988).

3.2 BIOLOGÍA DEL FITOPLANCTON DE AGUA DULCE.

Las principales divisiones taxonómicas representadas en el fitoplancton de agua dulce, son las siguientes:

3.2.1 CYANOBACTERIA (CYANOPHYTA)

Antiguamente conocidas como cianofíceas o mixofíceas, esta división taxonómica ha sido reestructurada en base en los estudios de ADN y de microscopía electrónica que han permitido dilucidar gran parte de la filogenia de este grupo, con la consecuente inclusión del grupo dentro de los procariotas y arreglados cerca de otros organismos del grupo Monera (Doolitle, 2000).

Este grupo comparte con las bacterias y las proclorofitas la característica de ser procariotas, es decir, de carecer de membrana nuclear, y por lo tanto tener su material genético en contacto con el protoplasma (Bold y Wynne, 1985).

Además se caracterizan por la posesión de clorofila *a*, β-caroteno, xantofilas (luteína, mixoxantina, osciloxantina, mixoxantofila, equinenona y biliproteínas (ficocianina y ficoeritrina) que determinan en gran parte la apariencia azul-verdosa que es tan notoria en estos organismos, y que sirvió como rasgos distintivo en la literatura antigua para denominarlas (Wetzel, 1981).

Los organismos de este grupo tienen formas filamentosas, unicelulares o coloniales, en algunos casos en tan grandes cantidades que pueden detectarse macroscópicamente, aunque en el caso del fitoplancton son raras las agrupaciones de grandes dimensiones.

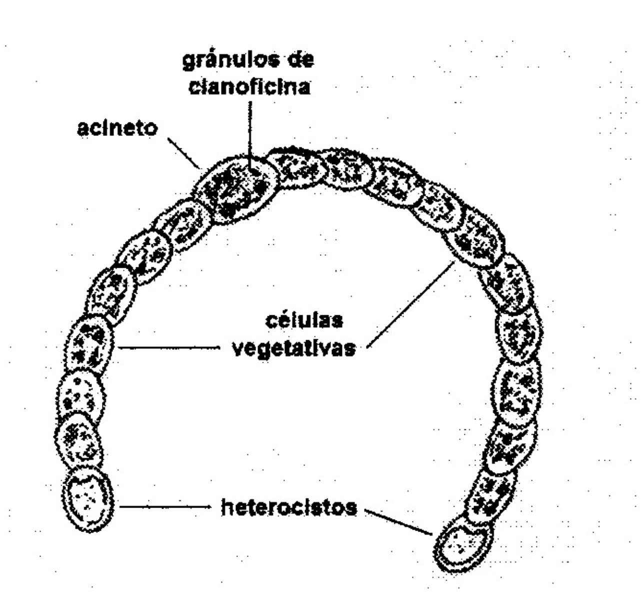


Figura 1. Principales partes de un tricoma de una cianobacteria (*Anabaenopsis elenkinii*).

Las formas filamentosas fitoplanctónicas generalmente presentan cubiertas gelatinosas y tricomas cuyas células se disponen linealmente, sin ramificarse o con pocas ramificaciones. La reproducción de estos organismos, aunque es principalmente vegetativa, ocurriendo al fragmentarse los tricomas, puede también tener lugar por medio de células especializadas de pared gruesa denominadas acinetos (Fig. 1). Estas células, en condiciones que pueden ser desfavorables para otros organismos dan origen a hormogonios, que son fragmentos incipientes de tricomas ligeramente modificados, por lo regular con movimientos deslizantes (Wetzel, 1981). Asimismo, las especies con tricomas o las que son unicelulares, pueden formar también esporas que dan origen a organismos completos y que pueden ser abundantes en el plancton, como ocurre con varias croococáceas (*Microcystis*, *Anacystis*, *Chroococcus*, etc.). Otros tipos de células comunes en las formas filamentosas cianobacterianas son los heterocistes, que cumplen una función principal de fijación de nitrógeno.

3.2.2 CHLOROPHYTA

Es la división con mayor número de especies, en la que la diversidad de estructuras y funciones representa un auténtico reto para los biólogos, y en especial para los ficólogos. Estructuralmente se presentan formas unicelulares, coloniales (cenobiales o no cenobiales), filamentosas, membranosas, aplanadas o tubulares (Bold y Wynne, 1985). El organelo más conspicuo en estas algas es el *cloroplasto*, visible al microscopio fotónico con facilidad, pero cuya estructura compleja sólo ha podido ser dilucidada en su totalidad mediante estudios con microscopios electrónicos. Las formas de estos organelos, sin embargo, sigue siendo un criterio válido de importancia taxonómica para distinguir las diferentes especies mediante microscopía de luz, pues su variación incluye formas reticulares, espongiformes, de copa, asteroidales, axilares, masivas, segmentadas, arrosariadas, etc. (Bold y Wynne, *op. cit.*). La ultraestructura del cloroplasto de estos organismos consiste en un saco de doble membrana, con una matriz que contiene *tilacoides*, o lamelas fotosintéticas, en los que tiene lugar la fotosíntesis. Existen también estructuras asociadas a plastidios denominados *pirenoides*, que son sitios especializados en los que se lleva a cabo la formación de almidón. Los pigmentos fotosintéticos presentes en los clorofitos son la clorofila a y b; α, β y γ carotenos y varias xantofilas y carotenoides secundarios tales como equinenona, cantaxantina, astaceno y dos pigmentos adicionales aún no identificados (Bold y Wynne, 1985). Entre los clorofitos existe tanto la reproducción sexual como la vegetativa, presentándose casos de isogamia, anisogamia y oogamia. Asimismo, pueden ser dioicas (los gametos femeninos y masculinos proceden de diferentes células) o monoicas (los gametos proceden de la misma célula) (Wetzel, 1981).

La gran mayoría de las especies de esta división se encuentran incluídas entre las volvocales, que son formas simétricas, generalmente esféricas, y las clorococales, cuyas formas alargadas son predominantes, pero entre las que también existen diversas estructuras externas, como espinas, prolongaciones, ondulaciones, etc. (Fig. 2)(Wetzel, *op. cit.*).

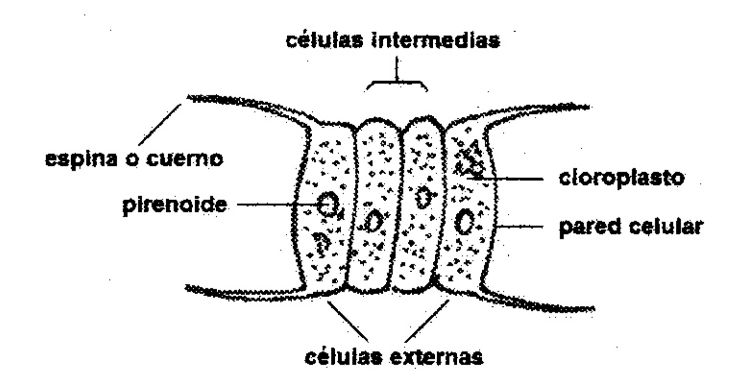


Figura 2. Principales partes de un cenobio de una clorofita (*Scenedesmus* sp.)

3.2.3 EUGLENOPHYTA

Aunque la mayoría de los organismos que forman este grupo son fotosintéticos, algunas especies pueden ser facultativamente heterotróficas, despigmentadas y fagotróficas, pero en las formas fitoplanctónicas predominan las estrictamente fotosintéticas, entre los que géneros como *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*, etc., pueden encontrarse en números considerables (Wetzel, 1981).

En años recientes, los estudios de microscopía electrónica han permitido dilucidar varias interrogantes acerca de la estructura y fisiología de las especies de este grupo, en especial de aquellas que poseen una lórica, teca o testa (*Trachelomonas*, *Strombomonas*, etc.) y cuya variabilidad llevó a muchos de los primeros investigadores a proponer especies nuevas, que en realidad son formas emparentadas, variedades o morfos modificados ante determinadas condiciones ambientales. Por otra parte, los estudios de ADN ribosomal y otras determinaciones genéticas han llevado a los modernos investigadores a reestructurar el arreglo taxonómico de muchos taxa, con la consecuente aparición de nuevos nombres, algunos de los cuales no han sido aún aceptados por unanimidad entre los ficólogos (Wehr y Sheat, 2003).

Los euglenofitos poseen clorofilas a y b, β-caroteno, neoxantina, astaxantina, anteraxantina y equinenona, como pigmentos metabólicos principales (Wetzel, 1981).

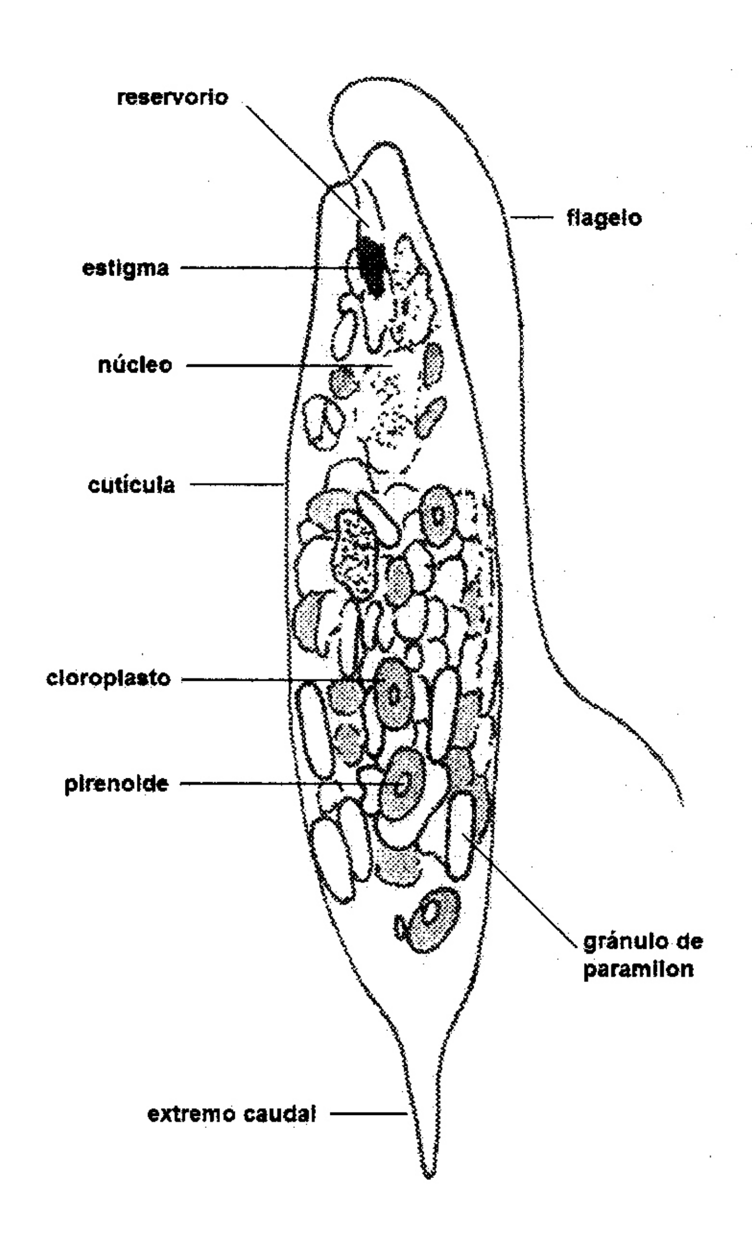


Figura 3. Principales partes de una célula de una euglenofita (*Euglena gracilis*).

Aunque la morfología celular de estos organismos es muy variada y compleja, el género *Euglena* ha servido durante mucho tiempo para ejemplificar las principales estructuras celulares del grupo (Fig. 3).

3.2.4 CHRYSOPHYTA

En la literatura antigua se les conocía como algas doradas, por la distintiva coloración que producen los cromatóforos, mismos que poseen clorofila *a*, β-caroteno, luteína, fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina como pigmentos fotosintéticos (Wetzel, 1981).

Las formas más comunes de esta división son las unicelulares, pero también existen algunas coloniales y raramente filamentosas; pero entre las unicelulares la presencia de flagelos es variable. Más conspicua es la formación de cubiertas compuestas por placas o láminas finas, tanto silíceas (Fig. 4) como calcáreas, aunque también es común la existencia de células que carecen de dichas envolturas protectoras y sólo poseen membrana citoplásmica delgada. (Wetzel, *op. cit.*).

La reproducción vegetativa es muy común entre estas algas, e implica generalmente la división longitudinal de la célula, especialmente entre los organismos unicelulares móviles; aunque también existe la reproducción sexual isogámica, de menor frecuencia entre las distintas especies que conforman esta división.

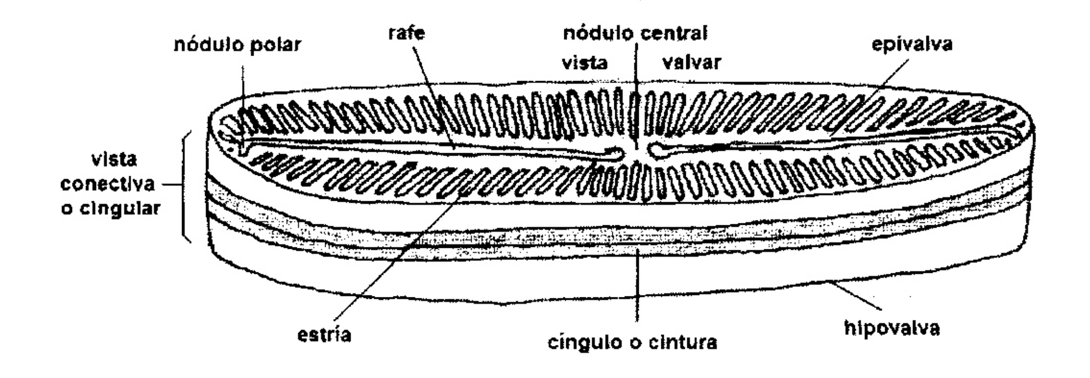


Figura 4. Principales partes de la frústula de una crisofita bacilariofícea (*Pinnularia* sp.)

El nanoplancton es especialmente rico en formas pertenecientes a las crisofitas, principalmente con formas uniflageladas tales como *Chromulina* y *Mallomonas*, pero también pueden encontrarse en las aguas pelágicas abundantes diatomeas, especialmente las centrales, que tienen adaptaciones especiales para la flotabilidad (Wetzel, *op. cit.*).

Desde el punto de vista taxonómico, una tendencia reciente ha sido reestructurar las clases pertenecientes a esta división como otras divisiones más, ello como resultado de la amplia variedad estructural y fisiológica existente entre las especies, pero autores como Bold y Wynne (1985) consideran que características básicas como las reservas alimenticias y la pigmentación que son compartidas por los miembros este taxón justifica el uso de las seis clases en las que se divide actualmente el grupo.

3.2.5 PYRRHOPHYTA

La división pirrofita la forman organismos generalmente móviles, poseedores de dos flagelos de distinta ubicación y función (Fig. 5). Son células solitarias (raramente coloniales), protegidas por un periplasto firme que en ocasiones está compuesto de placas gruesa (Prescott, 1979). Los pigmentos fotosintéticos son clorofilas a y c, β-caroteno, diadinoxantina, peridinina y dinoxantina (Wetzel, 1981).

La reproducción es principalmente asexual, por división longitudinal de la célula, y por formación de esporas; la reproducción sexual es muy rara (Prescott, 1979).

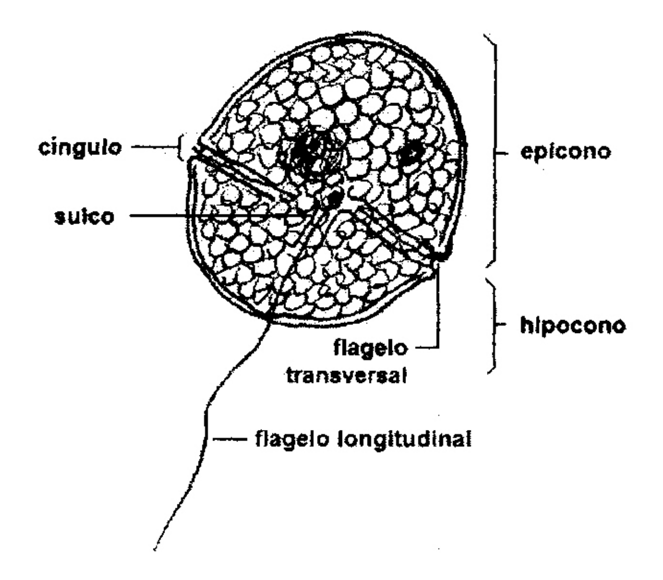


Figura 5. Principales partes de la célula de una pirrofita (*Glenodinium* sp.)

3.2.6 CRYPTOPHYTA

Muchos de sus miembros son considerados protozoarios debido a su capacidad holotrófica y a que muchos de estos organismos son heterótrofos facultativos; a pesar de ello es más común la capacidad fotosintética por la existencia del gran cloroplasto que les caracteriza (Prescott, 1979).

Las células son principalmente móviles, con una cutícula firme que permite mantener una forma constante al organismo (Figura 6). Poseen una o varias vacuolas contráctiles, expelentes de agua, casi siempre cercanas a la citofaringe. Los materiales de reserva suelen ser aceites, grasas y almidones. Su núcleo es central y relativamente grande (Wetzel, 1981).

Tienen uno o dos flagelos de posición anterosuperior, casi siempre ubicados en una depresión longitudinal. Su reproducción es exclusivamente asexual y se realiza mediante división longitudinal (Martínez y Gutiérrez, 1991).

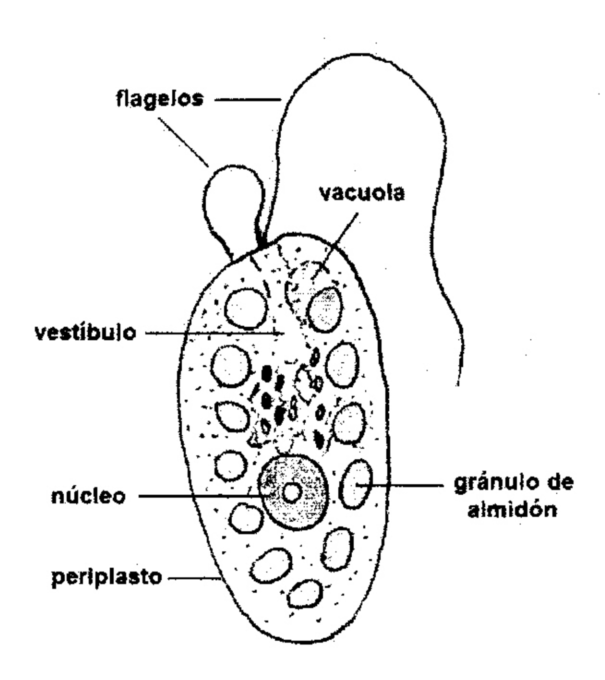


Figura 6. Principales partes de la célula de una criptofita (*Chilomonas oblonga*).

La coloración de estos organismos muestra amplia variedad, pues las células pueden ser rojas, azules, amarillo-olivo, café o verde, aunque también existen los que son incoloros. Se ha demostrado que el cambio de coloración de algunos de los miembros de esta división obedece a condiciones del medio, en especial de aquellos artificiales (Bold y Wynne, 1985).

Un sólo cloroplasto existe en la célula de los organismos criptofitos, estando rodeado este orgánulo por cuatro membranas, siendo las dos interiores la envoltura propia del cloroplasto, mientras que las dos exteriores son parte del retículo endoplásmico del orgánulo (Bold y Wynne, *op. cit.*)

3.3 ECOLOGÍA DEL FITOPLANCTON DE AGUA DULCE.

Como se dijo antes, el fitoplancton se define como la comunidad de microorganismos fotosintéticos que viven flotando a expensas de las corrientes, y está integrado por una diversidad de poblaciones de microorganismos productores que tienen características propias, tanto morfológicas como fisiológicas (Wetzel, 1981). Desde el trabajo clásico de Hutchinson (1961), referente a la existencia de muchas más especies fitoplanctónicas de las que se esperaría encontrar si se cumpliera el principio de exclusión competitiva, a lo que dicho autor denominó "la paradoja del plancton", muchas contribuciones se han hecho al respecto (Richerson *et al.*, 1970; Tillman, 1977, 1981; Tillman *et al.*, 1982; Sommer, 1984; Grover, 1990; Siegal, 1998; Huisman *et al.*, 1999).

3.3.1 ABUNDANCIA

El papel de los nutrientes inorgánicos para el crecimiento de las poblaciones fitoplanctónicas es un tema largamente estudiado por los investigadores, en especial los elementos fósforo y nitrógeno (Hutchinson, 1973; Droop, 1973), encontrándose que su relación se da siempre sujeta al denominado concepto de nutrientes limitantes, lo cual ha sido confirmado en numerosas ocasiones en casos de eutroficación cultural en diversas partes del mundo (Davis, 1964; Barbosa *et al.*, 1993). Sin embargo, no es generalizable suponer el aumento poblacional directo de todas las especies del fitoplancton a causa de un aumento de nutrientes inorgánicos, ya que deben considerarse otros aspectos ecológicos, tales como los requerimientos de nutrientes orgánicos, el papel de la competencia y la depredación, etc. (Margalef, 1983).

La cuantificación del número de organismos fitoplanctónicos generalmente se reporta en relación a un volumen (frecuentemente en mililitros), pero en las aguas dulces su variación puede ser muy grande, hasta de 200 000 células por mililitro en lagunas sumamente eutróficas o en aguas superficiales dominadas por dinoflagelados o criptomonadales (Margalef, 1983).

De forma general, pueden aceptarse los siguientes límites numéricos del fitoplancton de agua dulce (según Margalef, 1983):

lagos oligotróficos	10 - 100	células por mL
lagos eutróficos	100 - 10 000	células por mL
aguas eutróficas y cultivos	10 000 - 1 000 000	células por mL
cultivos en condiciones especiales	1 000 000 - 100 000 000	células por mL

3.3.2 DISTRIBUCIÓN

Mucho se ha cuestionado el fenómeno de la distribución horizontal del fitoplancton, pero Margalef (1983) ha resumido dicho análisis en los siguientes puntos "1) Distribución de contagio, con segregación en manchas; 2) Periodicidad en los valores de densidad a lo largo de una o más dimensiones; 3) Interacción entre especies, manifestada en forma de correlaciones estadísticas entre sus respectivas densidades; 4) estudio de los espectros de diversidad." Este mismo autor señala que el estudio de la distribución horizontal del fitoplancton se puede hacer utilizando la totalidad del fitoplancton, especies individuales de distinta abundancia o mediante muestras más amplias en las que se integran varias muestras próximas, pero en todos estos casos la varianza es mayor que en series de submuestras o partes alícuotas de material uniformemente mezclado (por ejemplo, sobre los retículos con que se observa en una cámara de sedimentación).

Sin embargo, aunque "esto significa que las muestras obtenidas en distintos puntos no forman parte de un universo estadístico sencillamente uniforme", el estudio en transectos da valores más próximos a una distribución lognormal u otras relaciones más complicadas y ha dado pauta para interpretar la distribución del fitoplancton en relación con características físicas tales como la temperatura y el movimiento del agua (Margalef, 1983).

La importancia del movimiento del agua en la distribución del fitoplancton se relaciona con la dimensión horizontal y vertical, debido a que es un factor decisivo para el desarrollo de esta comunidad, pues no sólo regula el movimiento del fitoplancton entre la parte interior y exterior de la zona fótica, sino que también regula el transporte de materia mineralizada de zonas profundas y litorales hacia las agua pelágicas (Wetzel, 1981).

Por otra parte, el movimiento del fitoplancton en sentido vertical es un problema que muchas especies han resuelto mediante adaptaciones morfológicas o fisiológicas (incremento de la fracción superficie-volumen, presencia de vacuolas de gas, producción de mucílago, etc), por lo que dicho transporte vertical es parcialmente regulado por los mismos organismos, sin descartar la participación de la turbulencia del agua (Wetzel, *op. cit.*).

3.3.3 DIVERSIDAD

Una de las características más evidentes e importantes de la vida en el planeta es la diversidad de formas en que se manifiesta (Curtis y Barnes, 1999), aspecto que se reconoce en el concepto de diversidad biológica o biodiversidad, la cual ha sido definida como el rango completo de variedad y variabilidad dentro y entre los seres vivos, sus asociaciones, hábitats y complejos ecológicos, comprendiendo ecosistemas, especies, paisajes y niveles intraespecíficos (genéticos) (Perlman y Adelson, 1997). Por lo tanto, este concepto general incluye genes, especies, hábitats y ecosistemas que se categorizan a niveles de investigación diferentes (Moreno, 2001). Uno de estos niveles, es la diversidad que centra la atención en las identidades denominadas especies, las cuales son definidas como "poblaciones de organismos de cruzamiento libre, aisladas, en cuanto a la reproducción, de otras poblaciones similares (Lincoln *et al.*, 1995).

Por su confiabilidad y sencillez, el índice de diversidad de Shannon y Wiener ha sido uno de los más empleados, y según señala Margalef (1983), la diversidad medida con este índice muestra correlación positiva con la temperatura, concentración de nutrientes y profundidad del lago, y negativa con su extensión superficial, probablemente porque en los lagos grandes es menor la mezcla de especies accidentales procedentes del litoral.

La relación de la diversidad de especies con el espacio ocupado por la comunidad, está sujeta a dos patrones generales que son 1) un espectro paralelo, donde las poblaciones están bien mezcladas, alcanzándose una gran diversidad ya desde un volumen pequeño y en donde la diversidad no varía sensiblemente al ir aumentando la muestra; y, 2) un espectro diagonal, donde la diversidad es pequeña en un volumen limitado, que conduce a la dominancia de una o pocas especies, pero que con el aumento del tamaño de la muestra, la diversidad aumenta paulatinamente. En otras palabras, una fuerte turbulencia mezcla las poblaciones y conduce a un espectro paralelo, mientras que en un medio donde las poblaciones proliferan localmente y la turbulencia es baja, se produce un espectro más diagonal (Margalef, 1983).

4. ANTECEDENTES

4. 1 ECOLOGÍA DEL FITOPLANCTON DE AGUA DULCE.

La importancia ecológica del fitoplancton de agua dulce ha sido tratada de manera general por Reynolds (1984), mencionando aspectos de la distribución y abundancia de esta comunidad acuática. Este mismo autor (Reynolds, 1992), recientemente ha llamado la atención acerca de la composición y dinámica del fitoplancton en relación con la estructura vertical de los lagos, aspecto del que otros autores también se han encargado (Fee, 1976, 1978; Moll y Stoermer; Neill, 1994; Klausmeier y Litchman, 2001), aunque de manera menos precisa.

Por su importancia trófica, el fitoplancton de los cuerpos de agua continentales ha sido reiteradamente estudiado en diferentes latitudes y condiciones geográficas. Desde el punto de vista de la productividad, Wright (1959), en una investigación realizada en el Canyon Ferry Reservoir, Estados Unidos, encontró que el fitoplancton ocupaba el 34.5 % del contenido promedio del seston, mientras que sólo el 9.8 % era zooplancton, lo cual representaba una tasa fotosintética óptima de la zona fótica de ese cuerpo de agua equivalente a 52 %. Asimismo, ese estudio demostró el efecto de la temperatura, la intensidad de la luz y los fosfatos sobre la fotosíntesis fitoplanctónica.

4.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL FITOPLANCTON DE AGUA DULCE.

4.2.1 Investigación internacional de la diversidad fitoplanctónica.

Hallegraeff y Ringelberg (1978) hicieron la caracterización de la diversidad de especies fitoplanctónicas por medio de curvas de diversidad-dominancia, mientras que Estrada (1978), estudió las poblaciones de algas sometidas a gradientes continuos en la concentración de nutrientes, aportando gráficas de variación de la diversidad en función del tiempo y la distancia del lugar desde el que se difunde el nutrimento. Por su parte, Moss (1973) determinó un coeficiente de correlación entre diversidad e índice pigmentario, mientras que Hutchinson (1961) discute la paradoja que representa la abundancia de especies del fitoplancton, considerando las condiciones relativamente estables del medio acuático. Los factores que influyen sobre la diversidad, composición de especies y abundancia fitoplanctónica fueron estudiados por Moore (1979), en lagos de agua dulce con características árticas y subárticas.

En estudios del fitoplancton de lagos tropicales americanos, destacan el trabajo de Campos (1984), quien analizó la estructura de las comunidades de varios lagos araucanianos de Chile, en los que encontró diferencias marcadas, tanto en el número de especies como en su abundancia. Igualmente, Izaguirre y Vinocur (1993), logran establecer una tipologia de los lagos someros de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, con base en las comunidades fitoplanctónicas, encontrando además una correlación directa entre cobertura de macrófitos y diversidad y abundancia del fitoplancton. Barbosa *et al.* (1993), por su parte, analizan los efectos causados por impactos humanos en una laguna urbana del sureste del Brazil, donde comprueban que en sólo once años, de 81 géneros del plancton existentes en 1977, solamente se encontraban dos géneros en el año 1988, representando una pérdida del 97 % de la diversidad a causa de la contaminación del cuerpo de agua.

Hooker *et al.* (1993) reportaron que el lago Masaya (o lago Managua), de Nicaragua, se encontraba dominado por especies de cianofíceas en un porcentaje bastante elevado (arriba del 80 %), con *Anabaenopsis raciborskii* como la especie principal, seguida por *Fragilaria ulna* y *Cyclotella meneghiniana*. En ese mismo país, pero en el lago Tiscapa, de tipo cráter, Mangas *et al.* (1993) estudiaron la composición fitoplanctónica y la actividad fotosintética de dicha comunidad, encontrando un total de 56 taxa, de los cuales el mejor representado fueron las clorofíceas, mientras que la actividad fotosintética presentaba dos picos correspondientes a octubre y marzo, cuando la dominancia correspondió a *Phacus* sp. y *Pediastrum* sp.

Los índices de diversidad de especies del fitoplancton ha sido utilizados ampliamente como estimadores de calidad del ecosistema, aunque en ocasiones se ha cuestionado la relación directa entre dichos parámetros de diversidad y calidad ambiental. Rawson (1956), por ejemplo, encontró que las especies dominantes de algas de los Grandes Lagos y de lagos oligotróficos del occidente de Canadá no eran aquellas consideradas como indicadoras de condiciones oligotróficas, atribuyendo ello a la carencia de información taxonómica suficientemente detallada, a la inexistencia de especies indicadoras de oligotrofia, o al hecho de que la oligotrofia de esos lagos es esencialmente morfométrica, más que edáfica. Por otra parte, se han reunido evidencias de que los datos de diversidad de especies del fitoplancton tienen relación con el estado trófico y de calidad del agua de lagos de agua dulce (Moreno-Ruíz, 2000).

4.2.2 Investigación en México de la diversidad fitoplanctónica.

A diferencia de los estudios realizados en Europa y Norteamérica, las investigaciones limnológicas enfocadas al fitoplancton en México son recientes, pues se inician en las primeras décadas del siglo XX, con una serie de trabajos desarrollados inicialmente por Sámano-Bishop y Sokoloff (1931) e impulsados fuertemente por investigadores extranjeros, especialmente por el grupo español exiliado en nuestro país en los años 1938-1941, y en los que destacan científicos como Osorio Tafall, Rioja y De Buen (Ortega *et al.*, 1995).

El fitoplancton de las lagunas continentales de México ha sido estudiado principalmente desde el punto de vista taxonómico, y en este rango caen los trabajos realizados por Sámano-Bishop y Sokolof (1931), Sámano-Bishop (1940), Rioja (1940, 1942), Osorio Tafall (1941, 1942), Rioja y Herrera (1951), y Pérez y Salas (1958, 1961).

Trabajos referentes a protozoarios del país también han descrito algunas especies fitoplanctónicas, especialmente fitomastigóforos, como es el caso de la "Lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México", de López-Ochoterena y Roure-Cane (1970). De igual manera, el trabajo de Ramírez (1970), que incluye especies de fitoflagelados del estado de Puebla, y el de Rico-Ferrat y López-Ochoterena (1976), sobre protozoarios de las aguas negras de la zona metropolitana de la ciudad de México, han aportado información acerca de algunas especies de algas que se han encontrado en el fitoplancton de otras localidades mexicanas.

Más recientemente, Ortega *et al.* (1995) y Moreno Ruíz (2000) han hecho referencia a la importancia del fitoplancton dulceacuícola como medio para investigar la calidad del agua y de la contaminación de los cuerpos de agua dulce del país.

Recientemente, una nueva generación de investigadores nacionales comenzó a interesarse por los estudios fitoplanctónicos de las lagunas continentales nacionales, pero todos ellos se dedicaron a investigaciones en el norte y centro del país (Flores y Martínez, 1984a, 1984b, 1984c; Santoyo, 1972 y Novelo-Maldonado, 1998). . Es notoria la escasez de investigaciones relacionadas con los recursos naturales de las aguas continentales del sureste de México, lo cual es palpable incluso en la actualidad (Ortega *et al.*, 1995).

En el estado de Tabasco se han citado de manera aislada algunas especies del fitoplancton en los trabajos de SCAHOP (1982) y SCAOP (1984). Notario (1998), en un estudio sobre la abundancia relativa de las diatomeas y su relación con las condiciones tróficas, menciona ocho especies de bacilariofíceas de la laguna de las Ilusiones, Villahermosa, siendo *Cyclotella meneghiniana* la especie dominante. Por su parte, Molina (2000), en su relación de microorganismos fotosintéticos de suelos inundables de la zona de Tres Brazos, Centla, cita algunas especies que también forman parte de la comunidad fitoplanctónica de los cuerpos de agua de la entidad.

Más recientemente, Moreno-Ruíz (2005) ha aportado una relación muy completa de algas fitoplanctónicas colectadas en nueve localidades de la cuenca del río González, Tab. (Jalapita, Laguna Bayasú, Río González, Laguna Provecho, Laguna Chifladora, Laguna Julivá, Campo Sen, Laguna Horizonte y Laguna La Mona), donde encontró un total de 283 taxa, de los cuales 93 eran bacilariofitas, 87 clorofitas, 53 cianofitas, 17 euglenofitas, 12 dinofitas, 9 fitoflageladas, 7 criptofitas y 5 crisofitas.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL.

Evaluar la diversidad y distribución de especies de la comunidad fitoplanctónica de la laguna El Balsón, del municipio de Macuspana, Tabasco, México.

5.2 PARTICULARES.

1) Describir morfométricamente la laguna El Balsón.

2) Identificar las principales especies de organismos que componen el fitoplancton de la laguna El Balsón.

3) Estimar la abundancia del fitoplancton de la laguna El Balsón por medio de las técnicas de sedimentación en cámaras tubulares y filtración en membrana.

4) Determinar los índices de diversidad de Shannon-Wienner y de Simpson de las comunidades fitoplanctónicas de la laguna El Balsón.

5) Analizar la relación entre composición y abundancia de especies fitoplanctónicas y las características morfológicas del cuerpo de agua.

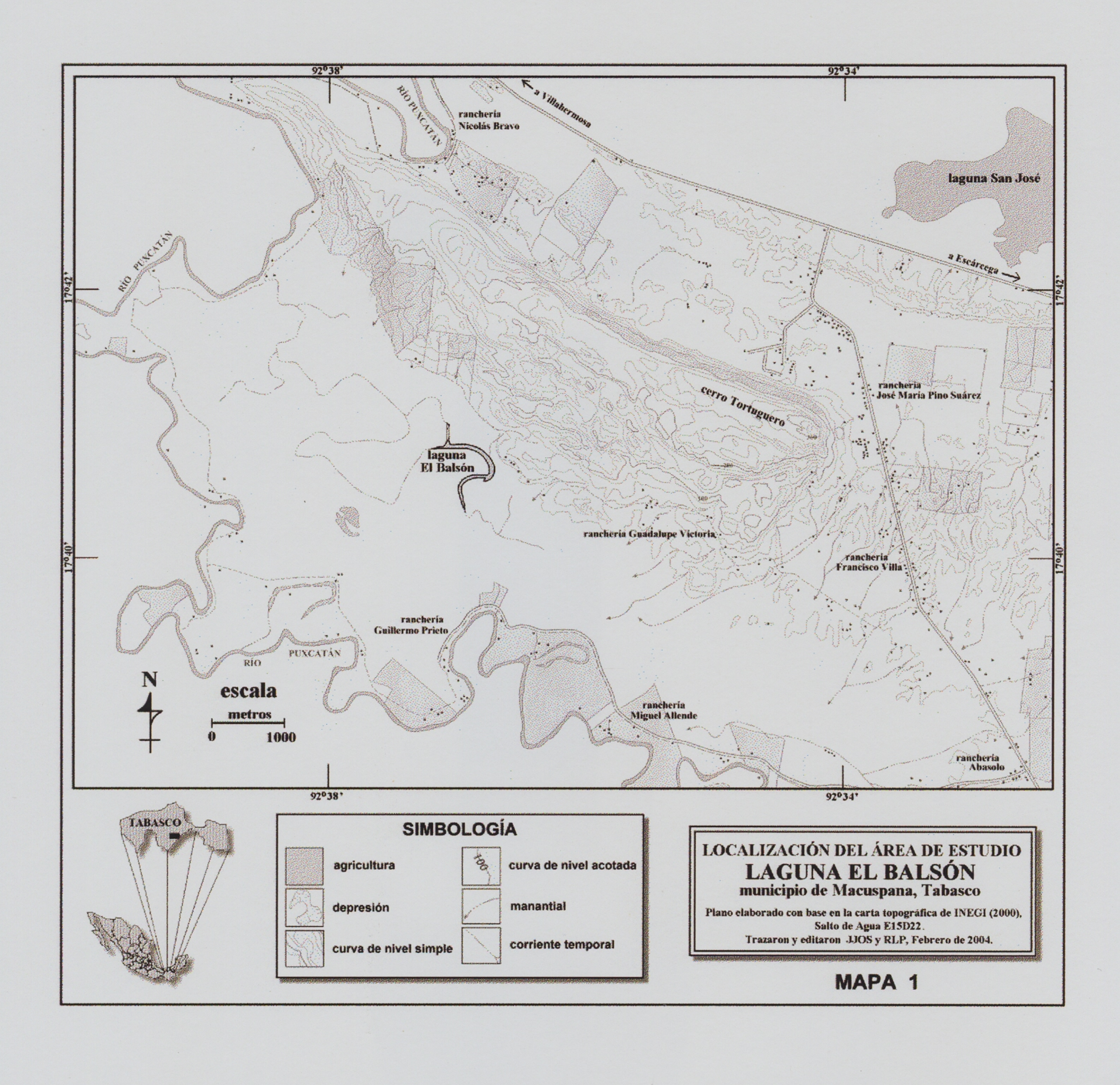
6. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

6.1 LOCALIZACION.- La laguna El Balsón se encuentra ubicada al suroeste del municipio de Macuspana, Tabasco, en la parte meridional y lateral de la zona del cerro Tortuguero (Mapa 1), en las coordenadas 17° 40´ 20´´ y 17° 41´ 00´´ latitud norte y 92° 36´ 43´´ y 92° 37´12´´ longitud oeste, a una altitud media de 10 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 1994).

6.2 SUPERFICIE Y LÍMITES.- La superficie total de la planicie de inundación en la que se encuentra ubicada la laguna El Balsón es de 1,400 has., considerando como límites naturales la línea de parteaguas formada por el cerro Tortuguero por el norte y este, y los linderos de la carretera de terracería que recorre el oeste y sur del área. A lo largo de esta carretera se localizan tres rancherías: Guillermo Prieto, Miguel Allende y Abasolo (Mapa 1).

6.3 CLIMA.- El área de estudio tiene un clima de tipo tropical cálido húmedo, **Af(m)w"(i)g** (García, 1973), con una temperatura media anual de 26.2° C y una precipitación media anual de 3,083 mm. Según datos de la estación meteorológica 027 (Km 262 a Macuspana), ubicada a 10 km del área de estudio, el mes más seco del año es abril, con una precipitación promedio de 81.7 mm; mientras que el mes más húmedo del año es septiembre con una precipitación promedio de 494.4 mm (Cardoso, 1979) (Figura 7).

6.4 GEOLOGIA.- A pesar de que la laguna El Balsón se encuentra ubicada en la planicie meridional de la zona del cerro Tortuguero, la cual pertenece a terrenos recientes, a poca distancia se alza el flanco sur del mencionado cerro, que según Salas y López- Ramos (1951) consta de una formación de lutitas del período Eoceno, a la que dan el nombre de Chinal, las cuales consisten en "lutitas calcáreas color gris obscuro, micáceas, masivas pero bien estratificadas, con una zona de lutitas muy calcáreas, casi calizas, en capas hasta de 30 cms en la parte superior. En la parte basal es más delgada la estratificación y más arenosas las lutitas." (Salas y López-Ramos, *op. cit.*). Desde el punto de vista geológico esta formación es importante como aportadora de materiales a la laguna en estudio debido a su cercanía, pero también lo es la masa principal del cerro Tortuguero perteneciente al período Oligoceno, cuya composición



92°38'
92°34'
a Villahermosa
RÍO PUXCATÁN
ranchería Nicolás Bravo
laguna San José
a Escárcega
17°42'
RÍO PUXCATÁN
cerro Tortuguero
ranchería José María Pino Suárez
laguna El Balsón
ranchería Guadalupe Victoria
17°40'
ranchería Francisco Villa
ranchería Guillermo Prieto
RÍO PUXCATÁN
N
escala
metros
0 1000
ranchería Miguel Allende
ranchería Abasolo
TABASCO
SIMBOLOGÍA
agricultura
depresión
curva de nivel simple
curva de nivel acotada
manantial
corriente temporal
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
LAGUNA EL BALSÓN
municipio de Macuspana, Tabasco
Plano elaborado con base en la carta topográfica de INEGI (2000), Salto de Agua E15D22.
Trazaron y editaron JJOS y RLP, Febrero de 2004.
MAPA 1

litológica consiste en "caliza de color crema y blanca. En Ocasiones muy densa y dura. Otras muy fosilíferas con *Pecten*, *Corallia*, *Pelecipoda*, etc. y Lepidociclinas y *Lithothamnium*, así como Heterosteginas. Generalmente masiva, pero tiene horizontes bien estratificados en capas delgadas" (Salas y López-Ramos, *loc. cit.*).

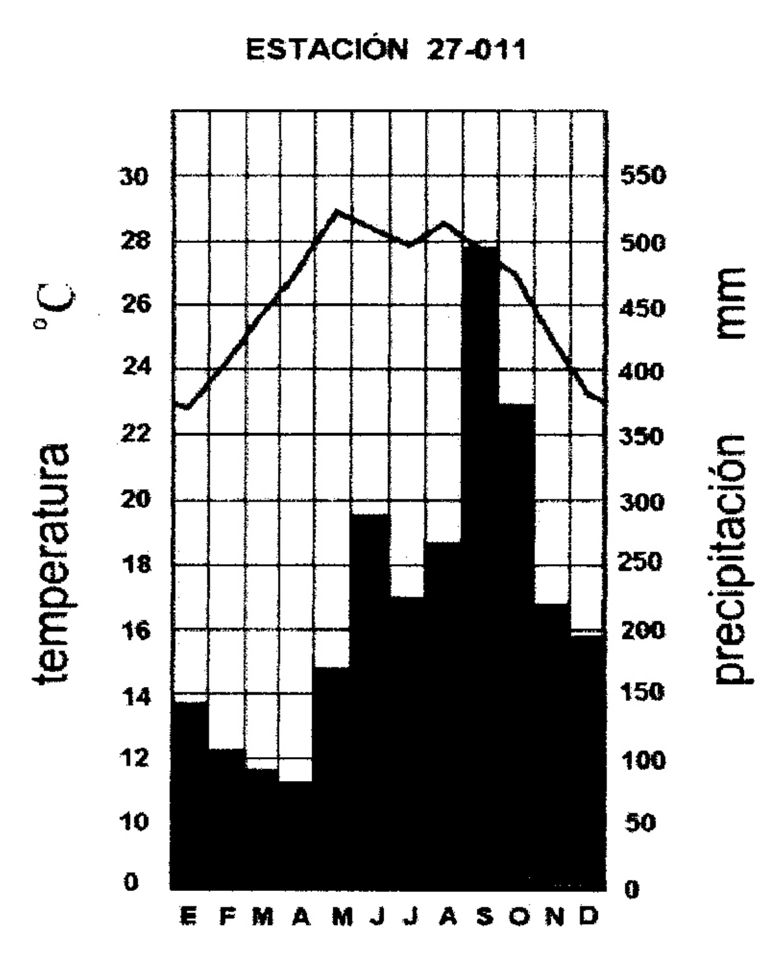


Figura 7. Climograma de la Estación Meteorológica 027 (Km 262 a Macuspana) correspondiente al período 1979 - 2000.

6.5 EDAFOLOGÍA.- Los suelos de la pequeña planicie aluvial en que se encuentra ubicada la laguna El Balsón corresponden a la clase III/S2T1D4, que son vertisoles peliéutricos y asociación de leptosoles réndzicos más vertisoles éutricos, siendo altamente agrícolas por la calidad de los mismos (SEDESPA, 1997).

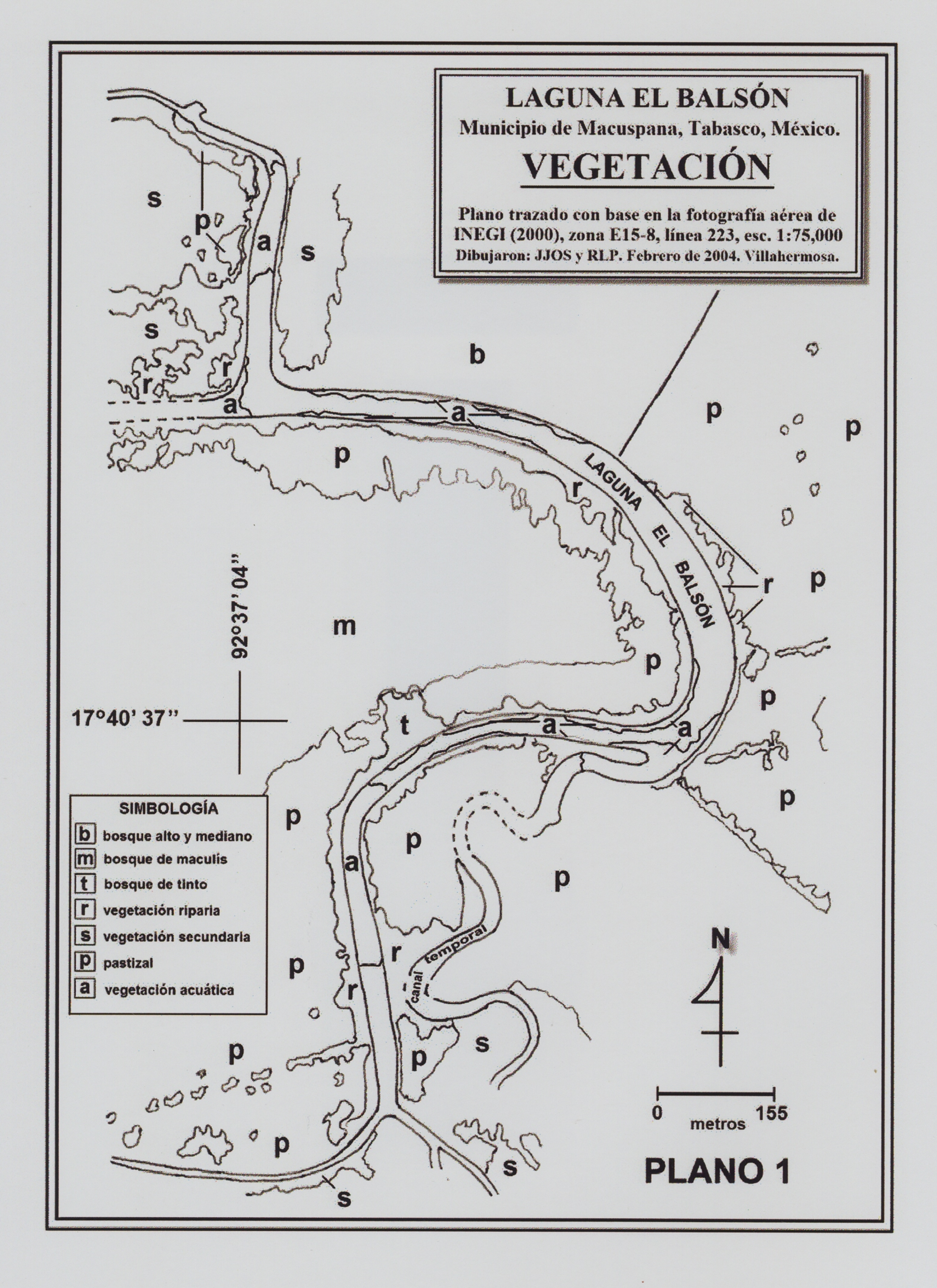
6.6 HIDROGRAFIA.- El río Puxcatán recorre el área por la porción meridional en dirección oeste-este, proveniente de las estribaciones cercanas de la sierra chiapaneca, dominando la planicie mediante una serie de meandros que han dado origen a varias lagunas periféricas.

La laguna El Balsón es el ambiente léntico más importante de la planicie de inundación del área mencionada, originada a partir del cambio de curso del río Puxcatán (Mapa 1). La forma de este cuerpo de agua es alargada y curveada, cuyo eje general se orienta de norte a sur, con una porción en arco dirigida hacia el noroeste. En este cuerpo lagunar pueden identificarse tres segmentos principales que están ubicados de la siguiente manera: uno, con eje norte-sur, cuya base comunica con el cuerpo de agua principal; un segundo, que forma una pronunciada curva en forma de arco orientado con eje noroeste-sureste; y un tercero, que se encuentra en posición sur, con un eje dirigido en sentido norte-sur. La laguna tiene como afluentes varios canales, de los cuales los dos de mayores dimensiones se encuentran ubicados al sur. Los canales permanentes secundarios que están conectados con el cuerpo de agua principal, son manantiales procedentes del cerro Tortuguero. Las aguas de la laguna drenan hacia el río Puxcatán a través de dos canales (uno de ellos parcialmente azolvado) que se dirigen en sentido noroeste.

6.7 VEGETACIÓN.- En los alrededores de la laguna existen los siguientes tipos de vegetación (Plano 1):

6.7.1 Pastizal.- De inducción antrópica, en su mayor parte, es el tipo de vegetación dominante en la parte occidental del área, aunque la presencia aislada de algunas especies de árboles como maculís (*Tabebuia rosea*), tinto (*Haematoxylon campechianum*), chontal (*Erythrina* sp.) y tocoi (*Coccoloba barbadensis*) definirían mejor a este tipo de vegetación como sabana.

6.7.2 Vegetación secundaria (Acahual).- Este tipo de vegetación procede de los remanentes del bosque alto perennifolio que hasta hace unos pocos años existían en las laderas del cerro Tortuguero. Entre las especies que aún subsisten en este tipo de vegetación se encuentran canshán (*Terminalia amazonia*), ramón (*Brosimum alicastrum*), palo mulato (*Bursera simaruba*) y bojón (*Cordia alliodora*) (Brambilla-Hernández, en prep.).



LAGUNA EL BALSÓN
Municipio de Macuspana, Tabasco, México.
VEGETACIÓN
Plano trazado con base en la fotografía aérea de INEGI (2000), zona E15-8, línea 223, esc. 1:75,000
Dibujaron: JJOS y RLP. Febrero de 2004. Villahermosa.
LAGUNA EL BALSÓN
92°37' 04"
17°40' 37"
canal temporal
SIMBOLOGÍA
b bosque alto y mediano
m bosque de maculis
t bosque de tinto
r vegetación riparia
s vegetación secundaria
p pastizal
a vegetación acuática
N
0
155
metros
PLANO 1

6.7.3 Bosque de Maculís.- En la relativamente pequeña planicie aluvial cercana a la márgen oriental de la laguna existe un bosque de maculís (*Tabebuia rosea*), el cual por sus características fisonómicas parece ser de origen antrópico, a pesar de que los propietarios del terreno mencionan que es de origen natural.

6.7.4 Bosque de Tinto.- Bosque más pequeño que el anterior, aparentemente surgido naturalmente, de tinto (*Haematoxylon campechianum*).

6.7.5 Vegetación riparia.- Está formada por las asociaciones que crecen en las riberas de la laguna, formando en algunas partes una intrincada red de plantas trepadoras que cubren árboles de mediana altura, entre los que se encuentran gusano (*Lonchocarpus hondurensis*), zapote de agua (*Pachira aquatica*), chelele (*Inga vera*) y matapalo (*Ficus* sp.). También es común encontrar abundantes individuos de jahuacte (*Bactris baculifera*) y nudillo (*Faramea occidentalis*) (Bote-Sánchez, 2004). En las zonas erosionadas por el tránsito del ganado crece con abundancia una pequeña planta espinosa, berenjena de agua (*Solanum campechiense*), que en temporadas secas puede cubrir una amplia superficie cercana a la costa lacustre.

6.7.6 Vegetación acuática (Jacintal).- Aunque es especialmente abundante hacia el noroeste del área, esta asociación está integrada únicamente por jacinto o lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), especie que se ha convertido en dominante a partir de la última década, pues hasta 1980, en el canal sudoriental la especie más abundante era la lechuga acuática (*Pistia stratiotes*), la cual ha sido totalmente erradicada después del dragado y reencauzamiento de dicho canal para uso como bebedero del ganado vacuno. No obstante, en otras partes de la laguna eventualmente pueden encontrarse algunos individuos de la especie anterior y de otras plantas acuáticas, como son la oreja de ratón (*Salvinia auriculata*) y hoja de sol (*Nymphaea ampla*).

6.8 FAUNA.- Las actividades humanas han afectado la distribución y abundancia de las especies animales del área, encontrándose a la fecha pocos vertebrados que hasta hace unas décadas eran abundantes, como son saraguato (*Alouatta pigra*), tigrillo (*Leopardus weidii*), tlacuache cuatro ojos

(*Philander opossum*), tepezcuintle (*Dasyprocta punctata*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), cabeza de viejo (*Eira barbara*), martucha (*Potos flavus*), perro de agua (*Lutra longicaudis*), garzón (*Ardea herodias*), garza verde (*Butorides virescens*), pispita (*Jacana spinosa*), garcita de patas amarillas (*Egretta thula*), martín pescador (*Megaceryle torquata*), cuervo (*Cyanocorax olivaceus*), cigüeña (*Mycteria americana*), pijije (*Dendrocygna autumnalis*), taimame (*Claudius angustatus*) hicotea (*Trachemys scripta*), pochitoque (*Kinosternon leucostomum*), lagarto de pantano (*Crocodylus moreletti*), nauyaca (*Bothrops asper*), iguana verde (*Iguana iguana*), toloque (*Basiliscus vittatus*), sapo común (*Bufo marinus*), tenguayaca (*Petenia splendida*), castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*), mojarra pinta (*Heros (Nandopsis) managuensis*), sardina (*Astyanax aeneus*), curuco (*Cathorops melanopus*) y fil (*Rhamdia guatemalensis*). (Osorio-Sánchez *et al.*, inéd.).

7. METODOLOGIA

7.1 TRABAJO DE CAMPO.

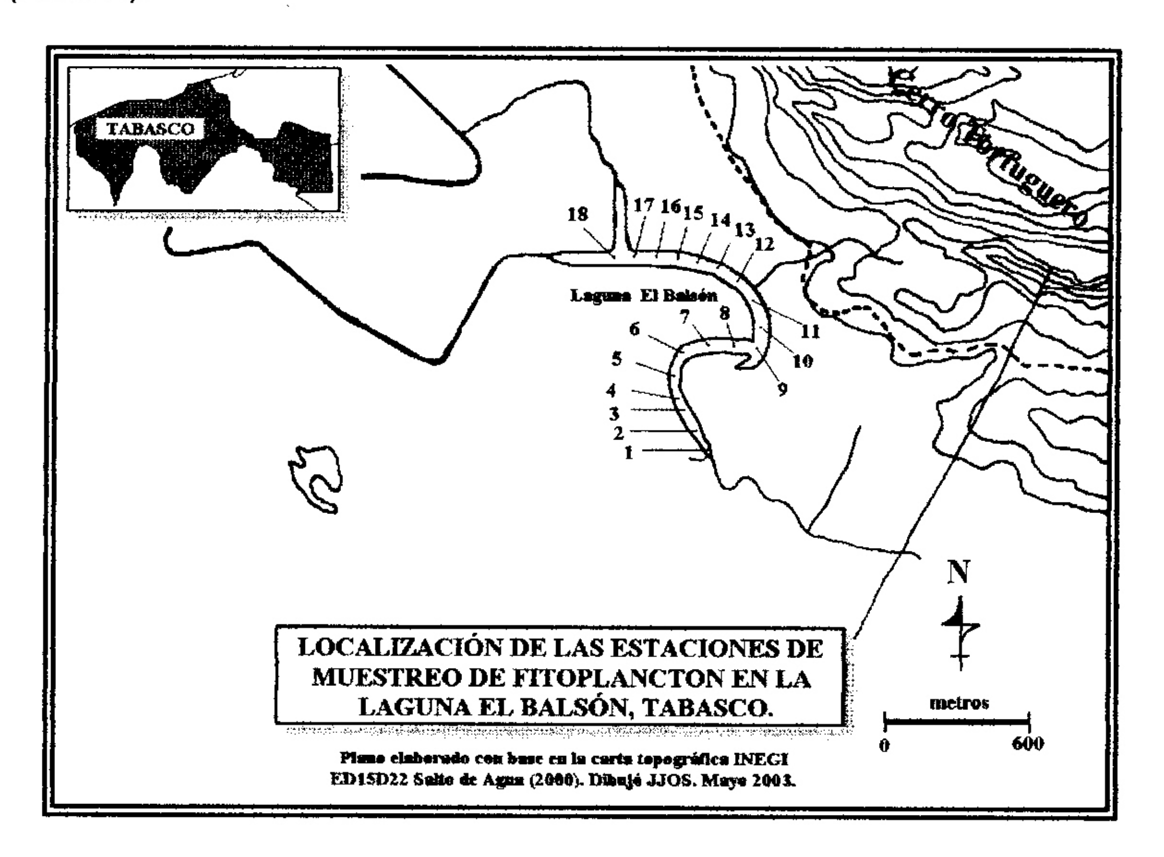
7.1.1 Prospección geográfica.- Bajo la consideración de que los patrones de diversidad y abundancia del fitoplancton de los cuerpos de agua lénticos dependen primordialmente de las condiciones climáticas, hídricas y bióticas, según lo han constatado numerosos investigadores (Kalff y Knoechel, 1978; Wetzel, 1981; Margalef, 1983; Cole, 1988), se realizaron varias visitas prospectivas al área de estudio con la finalidad de caracterizar fisiográficamente el cuerpo de agua y sus alrededores, mediante documentación fotográfica, medición de áreas, localización de afluentes y efluentes, constatación de puntos determinados aerofotográficamente, etc., así como para obtener información preliminar que permitiera ubicar los puntos de muestreo.

7.1.2 Morfometría.- Con la finalidad de conocer las características morfométricas, y en especial la batimetría de la laguna, se realizó una serie de sondeos directos a través de 20 transectos orientados transversalmente al eje longitudinal del cuerpo de agua. La distancia de separación entre los transectos fue de 100 metros. Los sondeos se realizaron sobre la línea del transecto a intervalos de un metro, mediante una sondaleza manual graduada, la cual era manejada desde una lancha de fibra de vidrio dirigida con ayuda de una línea guía tendida transversalmente a las riberas del cuerpo de agua. Un flexómetro graduado en milímetros sirvió para determinar con exactitud los pequeños niveles de agua, así como los segmentos de la sondaleza menores a un metro.

Previo a los sondeos batimétricos, se fijó una baliza permanente en la parte media de la laguna respecto a la longitud máxima, con el propósito de obtener datos de nivel del agua durante las visitas realizadas al área de estudio. La baliza fue construída con una madera de seis metros de longitud, resistente al agua, con marcas a cada 50 cm, la cual se encontraba fuertemente fijada al fondo. Durante los registros de los cambios temporales del tirante de agua, también se utilizó un flexómetro graduado en milímetros con la finalidad de medir con exactitud el nivel hidráulico. Estos procedimientos tomaron en consideración las recomendaciones de Maderey (1977).

7.1.3 Localización de estaciones de muestreo fitoplanctónico.- La ubicación de las estaciones de muestreo de fitoplancton se realizó mediante un plan de muestreo sistemático, considerando la mayor utilidad de este procedimiento sobre el muestreo aleatorio debido a la importancia que los puntos de afluencia del cuerpo de agua presentaban en la interpretación de los patrones de diversidad y abundancia del fitoplancton. En este sentido, las recomendaciones de Krebs (1989) fueron tomadas como criterio útil para tal decisión.

Asimismo, las localizaciones de las estaciones de muestreo de fitoplancton coincidieron con los transectos de medición batimétrica, con excepción de los dos últimos (números 19 y 20), con la finalidad de realizar el análisis de abundancia y diversidad del fitoplancton relacionándolos también con los datos de profundidad y de los parámetros fisicoquímicos medidos en los mismos sitios (Plano 2).



Plano 2

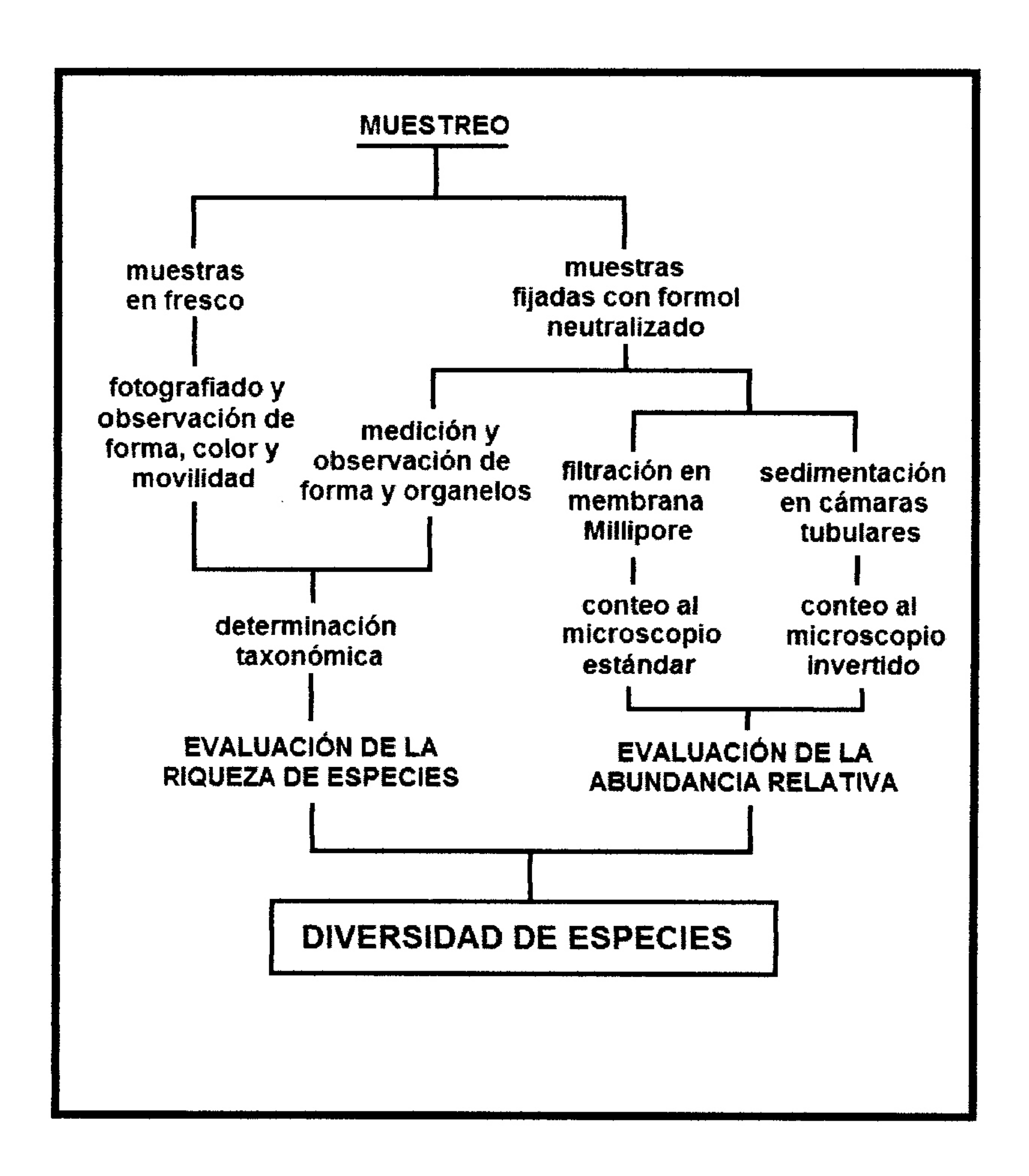
7.1.4 Colecta de muestras de agua para análisis de parámetros fisicoquímicos.- Mediante las técnicas estandarizadas propuesta por APHA (1981) se realizó la determinación de transparencia (disco de Secchi), temperatura (termómetro de mercurio), pH (potenciómetro digital portátil) (Anexo A, Fotografía 1) y oxígeno disuelto (método de Winkler modificado con azida de sodio). Estas determinaciones se realizaron en tres muestreos: febrero y marzo de 2003, y febrero de 2004, con excepción del oxígeno disuelto, que sólo se midió en el mes de febrero de 2003.

7.1.5 Colecta de muestras de agua en fresco para determinación taxonómica .- Se colectaron muestras de agua en fresco, para la identificación de varias especies en las que se requirió determinar características de movilidad y coloración, así como la posesión de organelos que suelen perderse durante la fijación y preparación de las muestras (flagelos, vacuolas expelentes de agua, depósitos de azufre, almidones, etc.) . Las muestras se tomaron en frascos de vidrio de 500 mL de capacidad transportadas lo más pronto posible al laboratorio para su observación al microscopio estándar.

7.1.6 Colecta de muestras de agua preservadas para conteo de organismos fitoplanctónicos .- Las muestras destinadas a conteo se fijaron con formaldehido neutralizado, en proporción de 40 mL de formol neutralizado por litro de agua (APHA, 1981: 935). Debido a que se utilizaron botellas de plástico de 500 mL llenadas hasta la marca de 400 mL, se requirieron 16 mL de formol por muestra de agua (Anexo A, Fotografía 2). La neutralización del formol se hizo agregando borato de potasio para la obtención de un pH neutro.

La periodicidad del muestreo fue bimestral, en un período comprendido de agosto de 2002 a noviembre de 2003. Cada serie de muestras fueron tomadas sistemáticamente en un sólo día y a una profundidad de 30 centímetros de la superficie.

Un resumen de los procedimientos generales seguidos respecto a la determinación de la diversidad y abundancia del fitoplancton de la laguna El Balsón se muestran en el cuadro 1.



Cuadro 1 . Resumen de los procedimientos básicos de campo y laboratorio para la determinación de la diversidad y abundancia de especies fitoplanctónicas de la laguna El Balsón.

7.2 TRABAJO DE LABORATORIO.

7.2.1 Identificación y medición de especies fitoplanctónicas.-

* ***in vivo***.- Para la identificación se empleó un microscopio estándar Zeiss, modelo Axiostar Plus equipado con sistemas de campo claro y contraste de fases, utilizando objetivos CP acromáticos de 40 y 100 x, con aberturas numéricas de 0.65 y 1.25, respectivamente. Las características de las diversas especies y su movilidad se analizó mediante grabación en video, en formato mini DV, empleando una cámara JVC modelo GR-DVP7U, con memoria para captura de imágenes fijas. La cámara se acopló a un microscopio estándar Zeiss, modelo K-IV, con sistemas de campo claro y contraste de fases.

* ***post-mortem***.- Los organismos fijados con formol neutralizado fueron medidos con un micrómetro de ocular previamente calibrado con una reglilla micrométrica con escala 1:100, ambos de la marca Zeiss. Para obtener las dimensiones promedio de cada especie, un mínimo de 20 organismos fueron medidos. Las bacilariofíceas fueron procesadas por el método de digestión ácida y montaje en resina sintética, debido a que la identificación taxonómica para este grupo requiere la observación de detalles de las frústulas silíceas. El procedimiento para la limpieza y montaje de las diatomeas se realizó según las recomendaciones de Lind (1985).

La determinación taxonómica hasta nivel de familia y género se realizó con ayuda de las claves de identificación de Bourrelly (1968, 1970, 1972), Whitford y Schumacher (1973), Prescott (1979), Bold y Wynne (1985), Streble y Krauter (1987), González de Infante (1988) y Wehr y Sheath (2003). Por otra parte, la identificación hasta nivel de especie se llevó a cabo mediante la literatura especializada para cada género, entre los que se encuentran los trabajos de Patrick y Reimer (1966, 1975) para bacilariofíceas; Conforti (1979, 1980, 1981a, 1981b, 1986a, 1986b, 1998), Conforti y Tell (1983), Conforti y Nudelman (1994, 1997), Conforti y Ruiz (2000), Mosto y Tell (1977), Nudelman *et al.* (1998), Rojo *et al.* (1999), Ruiz y Conforti (1998), Tell y Conforti (1985), para las especies de euglénidos; Kristiansen y Preisig (2001) para las especies de crisofitos; Hegewald y Silva (1988) para especies de *Scenedesmus* y géneros relacionados; Ettl *et al.* (1983) para especies de clorofitas y Ettl *et al.* (1998) para las especies de croococales.

7.2.2 Conteo de organismos.- Dos técnicas para concentración y conteo de organismos fitoplanctónicos se emplearon en este trabajo: 1) la técnica de filtración en membrana, y, 2) la técnica de sedimentación en cámaras tubulares. La técnica de filtración en membrana es la señalada por McNabb (1960), quien por primera vez propuso el uso de filtros de membrana Millipore para la cuantificación rápida y eficiente de dicha comunidad. Esta autora determinó las ventajas de esta técnica sobre la sedimentación y centrifugación, evaluando estadísticamente la eficiencia del procedimiento. Dicha técnica ha sido estandarizada para el estudio del fitoplancton y es reconocida como la de mayores ventajas metodológicas (APHA, 1981).

La técnica de concentración en filtros de membrana requiere el empleo de filtros Millipore tipo HA de abertura de poro de 0.45 o 0.8 µm, los cuales se acoplan en un embudo especial para filtración a bajo vacío. (Anexo A, Fotografía 3). Los detalles para la observación al microscopio estándar y para el registro de los datos contados mediante esta técnica se encuentran excelentemente presentados en Lind (1985). Mediante pruebas previas de concentración del número de organismos, se determinó como volumen óptimo de filtración una alícuota de 25 mL.

Sin embargo, debido a que la técnica de filtración en membrana resultó ser demasiado drástica para las formas más delicadas, tales como algunas especies de euglénidos, se optó por realizar también el conteo en un microscopio invertido, utilizando cámaras tubulares de sedimentación con un volumen de 10 mL (Anexo A, Fotografía 4), de acuerdo a las recomendaciones de Schwoerbel (1975).

En ambas técnicas, es esencial que la unidad de conteo (que en el caso del filtro de membrana es el número de organismos por campo del microscopio estándar y en el caso de las cámaras de sedimentación es el número de organismos por campo del microscopio invertido), se extrapole a un volumen determinado. Los procedimientos para evaluar los números de organismos por volumen son los siguientes:

a) Filtros de membrana

En el caso de los filtros de membrana, el número de organismos que son retenidos sobre la superficie del filtro se determina tomando en consideración tanto el área del filtro como el volumen filtrado. Para ello es necesario conocer con exactitud la abertura de paso del embudo de filtración, es decir, el espacio por el que atraviesa el agua de muestra a través del filtro. La medición cuidadosa con un calibrador o vernier, en el caso del embudo utilizado en este trabajo, dió como medida 35.5 milímetros de diámetro interno (figura 8), con lo

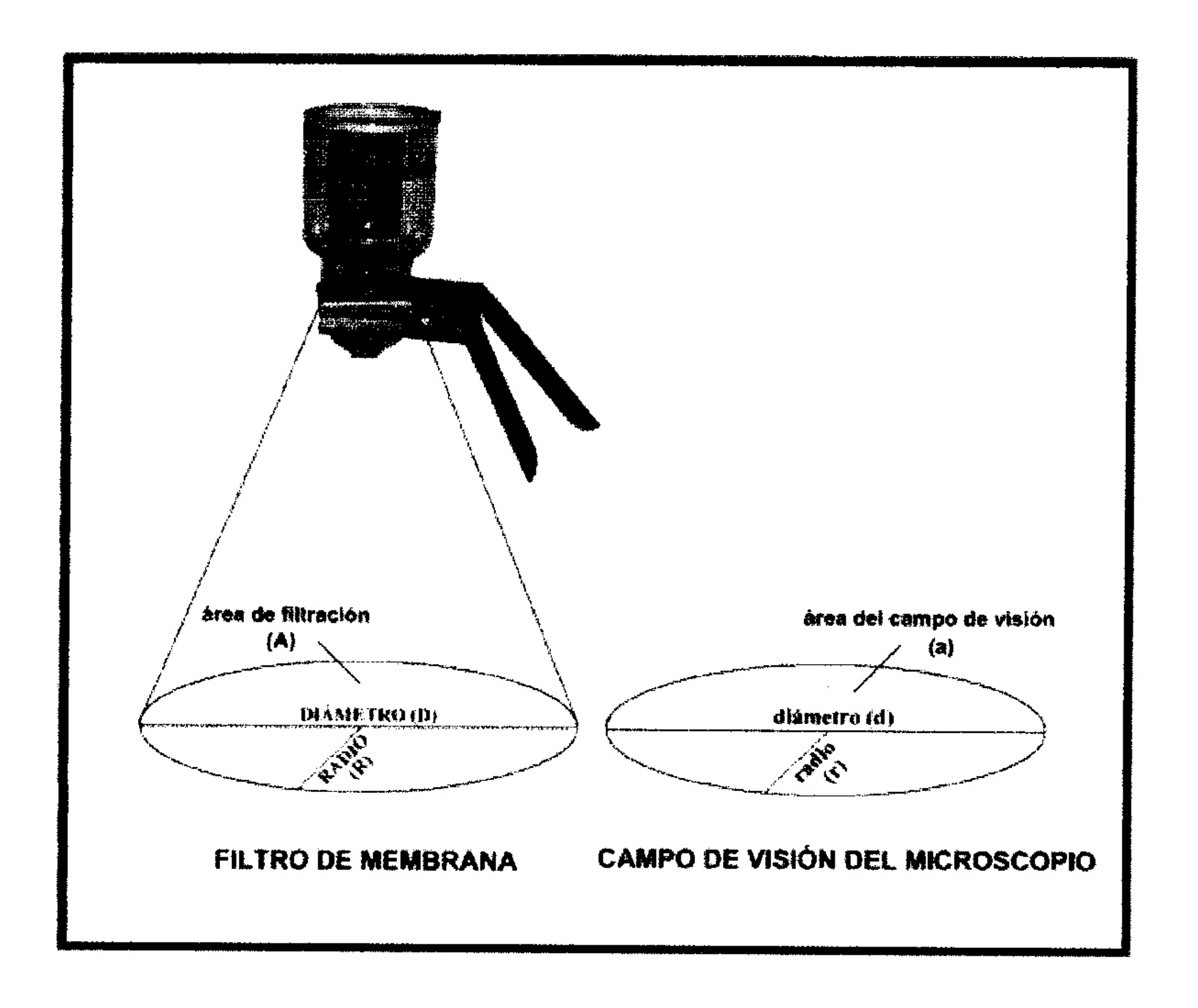


Figura 8

cual puede obtenerse el área a través de las sencillas fórmulas siguientes:

$$D = 2R \qquad R = D/2 \qquad A = \pi R^2$$

donde:

D = diámetro del área del filtro de membrana atravesada por el agua de muestra (que medida con el calibrador fue de 35.5 milímetros)

R = radio del área del filtro de membrana atravesada por el agua de muestra

A = área del filtro de membrana atravesada por el agua de muestra

π = 3.14 159

por lo que, sustituyendo se obtiene:

$$R = D/2$$

$$R = (35.5\ mm)/2 = 17.75\ mm$$

$$A = \pi R^2$$

$$A = (3.14159)(17.75\ mm)^2$$

$$A = 989.798\ mm^2$$

sin embargo, el conteo de organismos no se realiza en toda la superficie del filtro de membrana, sino que se determina en varios campos observados al microscopio (los cuales son parte del área del filtro). Por ello, la relación del área del filtro por donde pasa el agua de muestra con el volumen de agua de muestra filtrada a través del filtro, es proporcional al área de un campo de observación y al volumen correspondiente al mismo, es decir:

$$\frac{A}{V} = \frac{a}{v}$$

donde:

A = área del filtro de membrana atravesada por el agua de muestra

V = volumen de agua de muestra filtrada

a = área del campo de visión al aumento correspondiente

v = volumen correspondiente al área del campo de visión

nótese que éste último valor es la incógnita de la igualdad anterior, pero que puede calcularse a partir de los valores de los otros parámetros. Por otra parte, el valor del área del campo de visión al aumento utilizado, se puede obtener por la fórmula

$$\phi = \frac{f}{X}$$

donde:

ϕ = diámetro del campo de visión

f = factor numérico del ocular en milímetros

X = aumento del objetivo utilizado durante el conteo

de modo que:

$$\phi = \frac{f}{X}$$

$$\phi = \frac{18\ mm}{40}$$

$$\phi = 0.45\ mm$$

de manera que aplicando éste valor en una fórmula similar a la que se utilizó para obtener el área del filtro, pero ahora para el área del campo de visión, se obtiene

$$r = \phi / 2$$

$$r = 0.45\ mm / 2$$

$$r = 0.225\ mm$$

donde:

r = radio del campo de visión,

valor que se aplica a la fórmula del área del campo, de modo que:

$$a = \pi r^2$$

$$a = (3.14159)(0.225\ mm)^2$$

$$a = 0.15904\ mm^2$$

finalmente, sustituyendo todos los valores anteriores, en la ecuación general:

$$\frac{A}{V} = \frac{a}{v}$$

en la cual, despejando **v** , se obtiene:

$$v = \frac{a\ V}{A}$$

$$v = \frac{(0.15904\ \cancel{mm^2})(50\ 000\ mm^3)}{(989.798\ \cancel{mm^2})} = 8.0339624\ mm^3$$

$$v = 0.0080339624\ ml$$

b) Cámaras de sedimentación.

El conteo en cámaras de sedimentación evalúa el número de organismos (células y/o colonias) que precipitan al fondo de vidrio delgado de un pequeño tubo de acrílico de 22 milímetros de diámetro y altura de 3 o más centímetros (Figura 9). El procedimiento para cuantificar los organismos sigue una lógica parecida a la que se emplea para calcular el número de organismos por mililítros en la muestra filtrada en membrana, como se vió en detalle anteriormente, pero en el caso de la cámara de sedimentación, interesa conocer con exactitud el área del fondo de la cámara (**A**), el volumen agregado a dicha cámara (**V**), el área del campo de visión del microscopio invertido utilizado (**a**) y el volumen teórico correspondiente a dicho campo (**v**).

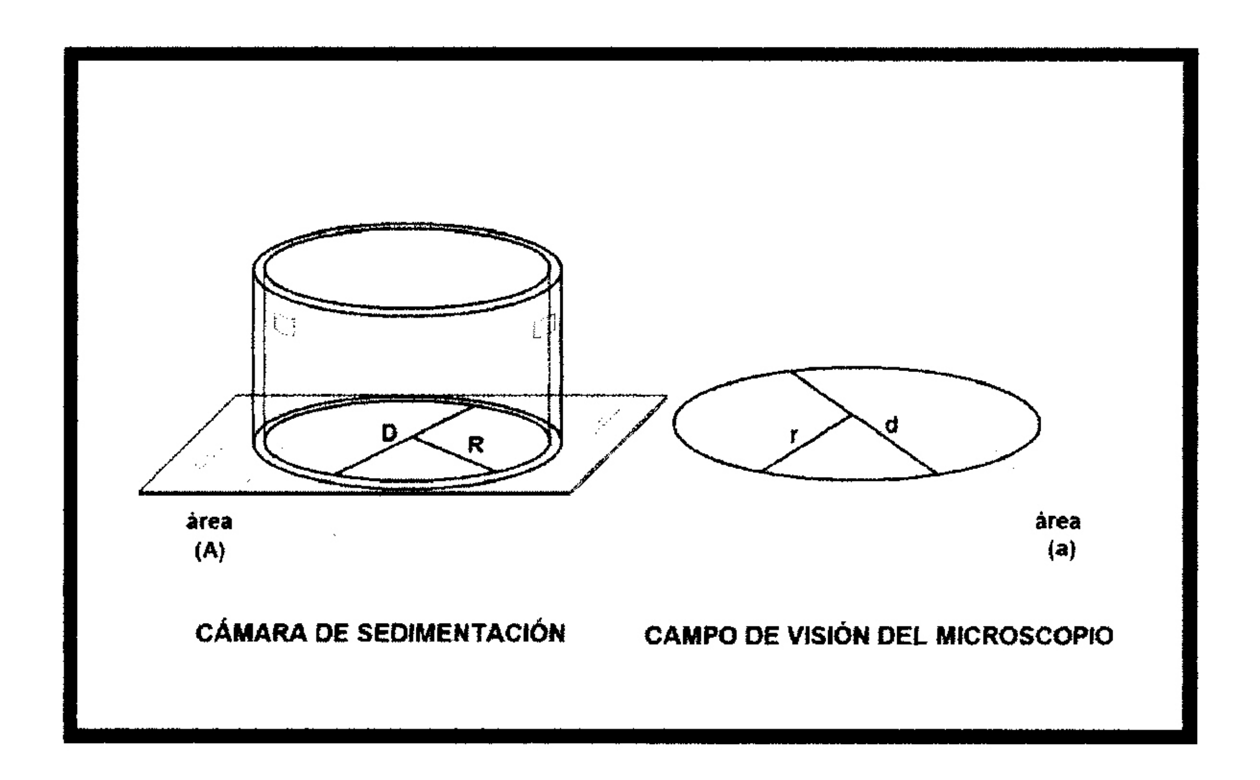


Figura 9

Por lo que, calculados los respectivos valores con ecuaciones similares a las que se emplearon en la técnica de filtración de membrana, se encuentra que:

$$v = \frac{a\ V}{A}$$

$$v = \frac{(0.159043128\ \text{mm}^2)\ (8000\ \text{mm}^3)}{(380.132711\ \text{mm}^2)}$$

$$v = 3.3471\ \text{mm}^3$$

$$v = 0.0033471\ \text{ml}$$

7. 3 TRABAJO DE GABINETE.

7.3.1 Elaboración de mapas base y batimétrico.- El mapa base se obtuvo mediante la ampliación de la fotografía aérea correspondiente a la zona E15-8, línea 223 (INEGI, 2000; escala 1: 75,000), tomada en fecha 22 de octubre del 2000; la cual, escaneada a alta resolución, produjo una imagen digital que se procesó con falso color mediante la herramienta *magic wand* del programa Photoimpact 4.0. Con una selección de área y similaridad de 15, se logró definir la frontera hídrica de manera precisa, consiguiéndose después el trazado de la línea de costa en un acetato para la obtención del plano base. Este plano sirvió para señalar las principales geoformas (afluentes, efluentes, asociaciones vegetales, etc.) con influencia sobre la distribución y la abundancia del fitoplancton lacustre, así como para la elaboración del mapa batimétrico, en el cual se vertieron los datos obtenidos en el campo. Con la misma información, pero utilizando imágenes Raster y el programa Autocad, Magaña-García (2004) logró obtener los perfiles transversales de profundidad de este cuerpo de agua.

7.3.2 Captura y procesamiento de datos.- La captura y procesamiento de los datos se efectuó con ayuda del paquete estadístico computarizado denominado *Statecol*, mientras que las gráficas se realizaron mediante la herramienta de Excel 2000.

7.3.3 Análisis de datos.- Las fórmulas empleadas para la determinación de los índices de diversidad son las de Shannon-Wienner y Simpson (Magurran, 1989).

La fórmula de Shannon-Wienner procede de la teoría de la información y se basa en la utilización de dos parámetros fundamentales: la riqueza de especies y la abundancia absoluta, siendo su forma común la siguiente:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} P_i \log_2 P_i$$

donde:

H = diversidad (bits/individuos).

S = número de especies.

P_i = proporción del número de individuos de la especie **i** con respecto al total (n_i / N_t).

debido a que el uso del $\log_2$ es poco frecuente, puede emplearse el $\log_{10}$, mediante la siguiente transformación:

$$\log_2 N = \frac{\log_{10} N}{\log_{10} 2} = 3.3219 \log_{10} N$$

donde:

N = número total de individuos de todas las especies.

Asimismo, se empleó el índice de diversidad de Simpson (1949), cuya ecuación presenta la forma:

$$\lambda = 1 / \Sigma P_i^2$$

donde:

P_i = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie **i** dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).

Con la finalidad de comparar la similitud en la diversidad de especies entre las estaciones de muestreo, se empleó el índice de Sorensen (Franco *et al.*, 1985), que presenta la forma:

$$C_s = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

donde:

a = número de especies presentes en la comunidad 1

b = número de especies presentes en la comunidad 2

c = número de especies que se presentan en ambas comunidades

Por otra parte, para definir el número de muestras necesarias para tener representatividad en el muestreo, se empleó la fórmula en la que interviene el error estándar (Eckblad, 1978), y que tiene la forma:

$$N = \frac{(t^2)(s^2)}{(a X)^2}$$

donde:

t = valor "t" obtenido de una tabla estadística con n-1 grados de libertad, para un nivel de confianza determinado.

s^2 = varianza de la muestra.

a = precisión deseada en la descripción de la media.

X = media aritmética.

N = número de muestras necesarias.

7.3.4 Elaboración del catálogo de especies.- Con los datos de forma, color, dimensiones, abundancia, nombre científico, taxa a las que pertenece la especie y distribución local y geográfica, se elaboró el catálogo de las especies encontradas. Cada ficha descriptiva se ha complementado con una fotografía o figura del organismo de la que se hace alusión a la escala de aumento en página aparte. Para la edición de las figuras se empleó el programa Photoimpact, versión 4.0 de Ulead Systems Inc.

8. RESULTADOS

8.1 FISIOGRAFÍA DEL ÁREA LACUSTRE.

8.1.1 MORFOLOGÍA LACUSTRE.

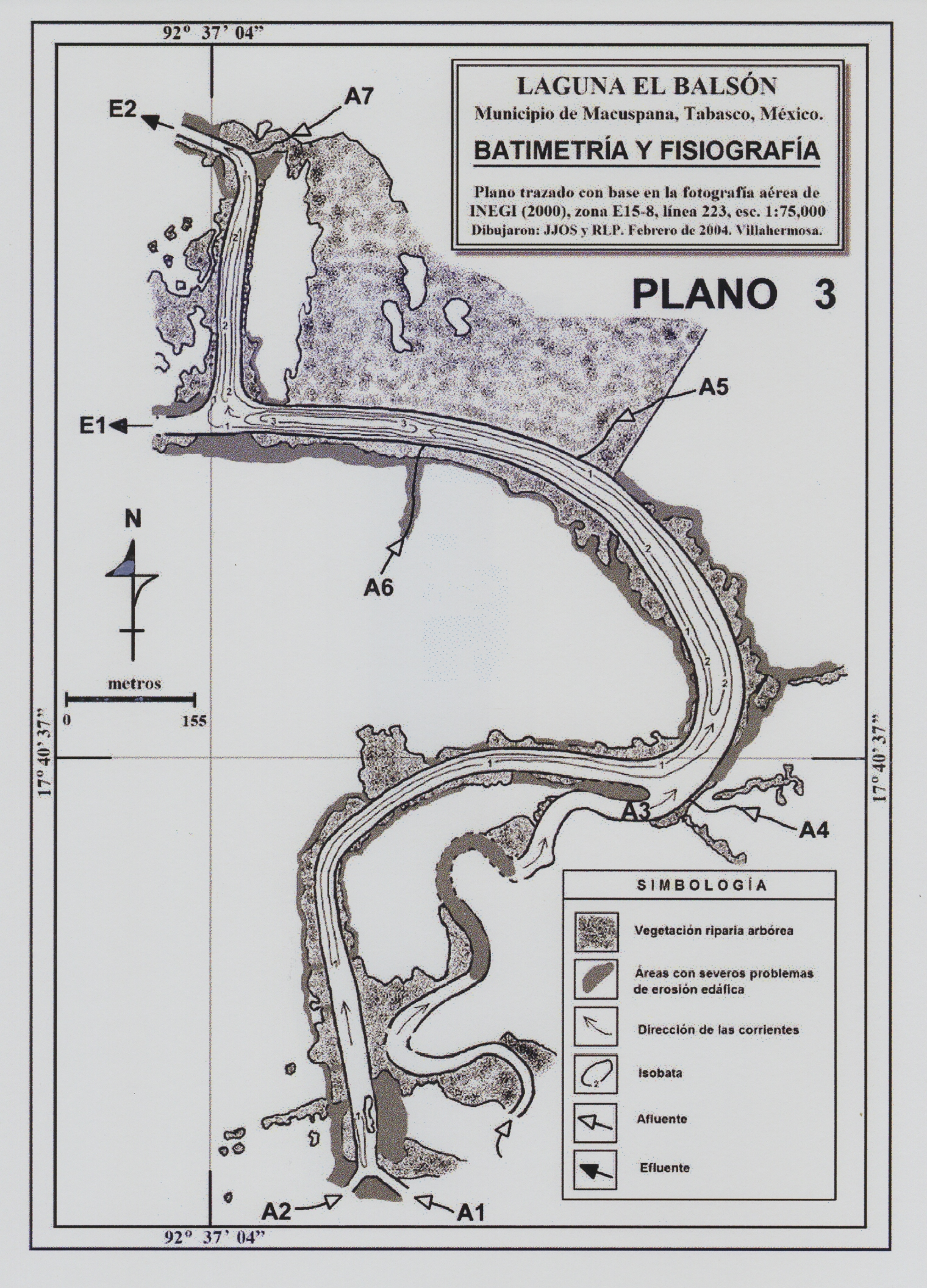
Con ayuda del plano batimétrico y fisiográfico (Plano 3), elaborado mediante aerofotografías e información de campo (prospectiva y de 940 sondeos efectuados en los 20 transectos tendidos perpendicularmente a la línea de costa), se lograron identificar los rasgos de mayor importancia morfolacustre, a saber:

8.1.1.1 Afluentes:

* **Afluente permanente sudoriental (A1)**.- Es el único tributario importante de la laguna que mantiene su cauce durante todo el año (exceptuando los pequeños manantiales denominados aquí canal A5 y A7). Dos años antes de ser iniciado el presente estudio, dicho afluente fue dragado y ampliado por los propietarios de los ranchos aledaños con la finalidad de mantener un medio de abrevadero para el ganado, alterándose la forma original meándrica de este canal.

* **Afluente temporal suroccidental (A2)**.- En temporadas lluviosas este canal llega a transportar abundantes cantidades de agua hacia la laguna El Balsón, pero en temporadas de estiaje, permanece completamente seco e invadido por hierbas oportunistas, entre las que una de las más numerosas es la berenjena de agua (*Solanum campechiense*).

* **Canal meándrico temporal centro-oriental (A3)**.- Aunque en temporadas estivales se mantiene completamente seco, se ha comprobado que en épocas lluviosas este canal puede alcanzar profundidades mayores a los dos metros y una anchura promedio de 35 metros. Por la morfología fluvial que presenta, este canal meándrico probablemente haya sido el cauce más reciente del río Puxcatán, después de haberse formado la laguna El Balsón.



92° 37' 04"
LAGUNA EL BALSÓN
Municipio de Macuspana, Tabasco, México.
BATIMETRÍA Y FISIOGRAFÍA
Plano trazado con base en la fotografía aérea de INEGI (2000), zona E15-8, línea 223, esc. 1:75,000
Dibujaron: JJOS y RLP. Febrero de 2004. Villahermosa.
PLANO 3
E2
A7
A5
E1
A6
N
metros
0
155
17° 40' 37"
17° 40' 37"
A3
A4
A2
A1
SIMBOLOGÍA
Vegetación riparia arbórea
Áreas con severos problemas de erosión edáfica
Dirección de las corrientes
Isobata
Afluente
Efluente
92° 37' 04"

* **Canal temporal centro-oriental (A4)**.- Las aguas procedentes de las laderas cársticas del cerro Tortuguero y de las colinas aluviales cercanas forman este canal que en temporadas de secas permanece sin agua.

* **Canal permanente nororiental (A5)**.- Formado por un pequeño manantial que nace en las cercanas laderas cársticas del cerro Tortuguero, este afluente cobra importancia en temporadas lluviosas al inundar los suelos del bosque ripario próximo, creando un hábitat adecuado para especies de plantas tales como el zapote de agua (*Pachira aquatica*) y para especies de animales tales como el pochitoque (*Kinosternon leucostomum*) y acocil (*Procambarus* sp.).

* **Canal temporal noroccidental (A6)**.- Creado por los propietarios de los ranchos de esa parte del área, tiene por finalidad desaguar la zona central de la pequeña llanura en la que se cría ganado vacuno y caballar, llevando las aguas excedentes de lluvia hacia el seno de la laguna El Balsón.

* **Canal permanente norte (A7)**.- Formado por aguas de escurrimiento procedentes del cerro Tortuguero, en los últimos años este afluente ha perdido caudal a consecuencias de los cambios realizados en el efluente principal, por alteración del cauce original por parte de los propietarios de los terrenos aledaños.

8.1.1.2 Efluentes:

* **Efluente noroccidental (E1)**.- Dadas sus dimensiones y trayectoria, al parecer este canal fue el antiguo cauce del río Puxcatán en tiempos en el que dicha corriente fluvial conformaba este cuerpo de agua; sin embargo, actualmente se encuentra azolvado y cubierto en gran parte de su trazado por plantas acuáticas y por hierbas y arbustos que han colonizado su cauce.

* **Efluente norte (E2)**.- Es el único efluente que actualmente mantiene circulación continua de agua durante todo el año. Al igual que el afluente sudoriental, este canal ha sido reencauzado y dragado en los últimos años, con la finalidad de servir como abrevadero para el ganado vacuno que se mantiene en los ranchos próximos. Como se constató por medio de fotografías áereas, la

forma originalmente meándrica de este canal ha sido drásticamente alterada, creando un dren rectilíneo en varios tramos, antes de su desembocadura en el río Puxcatán, a aproximadamente 9 kilómetros al noroeste de la laguna El Balsón.

8.1.1.3 Parámetros morfométricos:

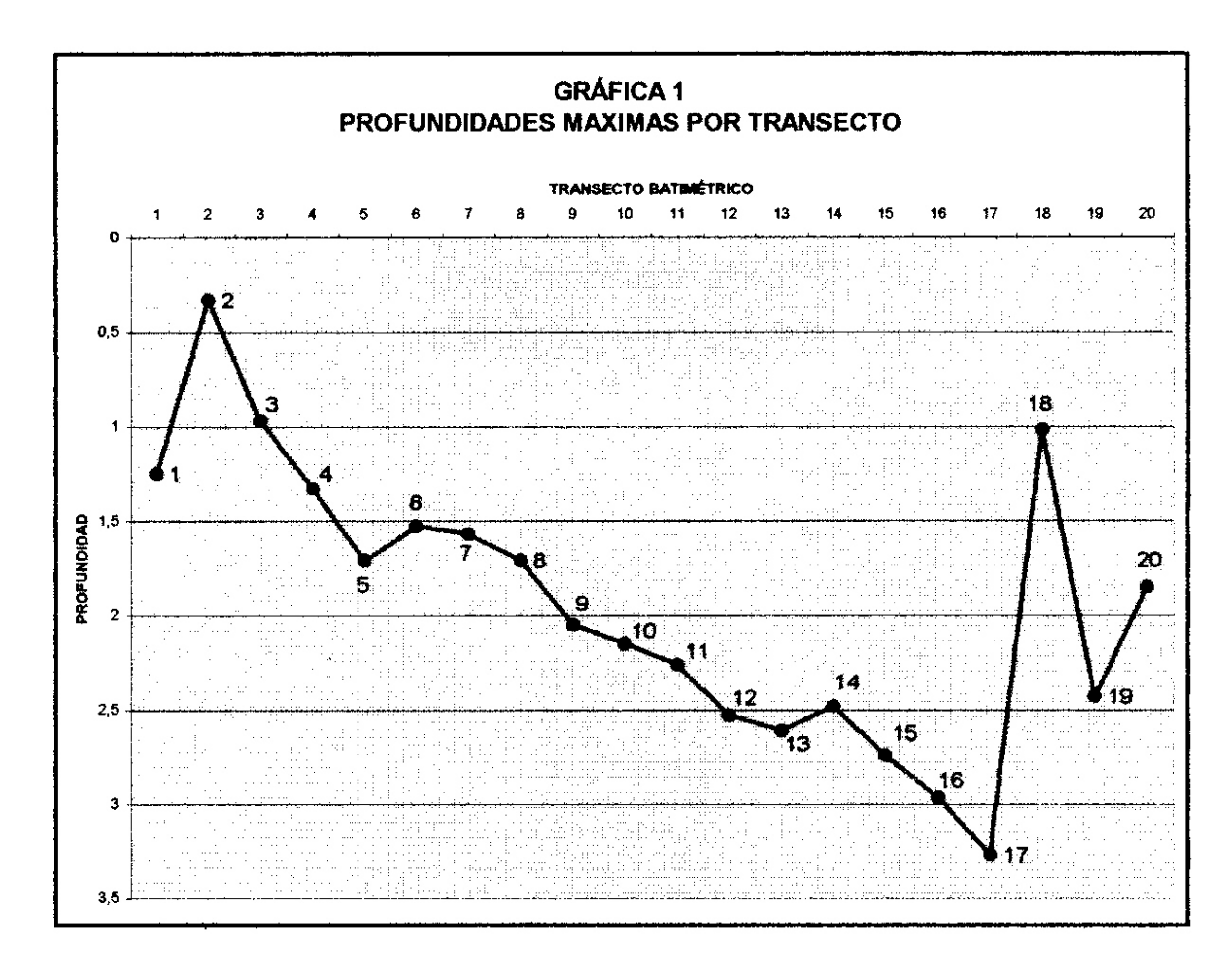
Los siguientes parámetros morfométricos de la laguna El Balsón fueron determinados con base en las mediciones en campo:

TABLA 1. DATOS MORFOMÉTRICOS DE LA LAGUNA EL BALSÓN

PARÁMETRO	VALOR	REFERENCIA
Longitud máxima total	1,800 m	autores de este trabajo
Longitud máxima efectiva	521.75 m	Magaña-García, 2004
Anchura máxima total	70.80 m	autores de este trabajo
Anchura máxima efectiva	49.80 m	Magaña-García, 2004
Area	8.922 ha	Magaña-García, 2004
Perímetro	4, 424.79 m	Magaña-García, 2004
Desarrollo de la línea de costa	2.311	Magaña-García, 2004
Desarrollo del volumen	1.3597	Magaña-García, 2004

8.1.1.4 Gradiente de profundidad:

Como puede verse en el Plano 3 y en la Gráfica 1, la profundidad del cuerpo de agua se incrementa en sentido sur a norte, con profundidades que fueron desde 0.33 metros (estación batimétrica 2) hasta 3.27 metros (estación batimétrica 17) en las mediciones efectuadas en temporada de estiaje. Sin embargo, las determinaciones de Magaña-García (2004) han demostrado que en esta laguna se presenta una gran variación de los niveles del agua a lo largo del año, llegando el sitio correspondiente a la estación batimétrica 2 a quedar completamente seca o a tener una profundidad de 3.22 metros, mientras que el sitio de mayor profundidad puede alcanzar valores de 3.01 a 5.22 metros de profundidad en condiciones extremas de sequía y de lluvias, respectivamente. Esto, como se verá más adelante tiene importantes repercusiones sobre la diversidad y abundancia de las especies fitoplanctónicas del cuerpo de agua.



8.1.2 ÁREAS DE VEGETACIÓN LACUSTRE.

* **Bosques de la ribera oriental**.- Aunque interrumpidos por zonas de erosión edáfica en diferentes puntos de la ribera oriental, se encuentran dos áreas de bosque perennifolio (Planos 1 y 3) que funcionan como retenedoras de materiales edáficos y geológicos que de otra manera tendrían como destino el cuerpo de agua. Su papel ecológico, que afecta incluso la dinámica del fitoplancton, comprende no sólo la importancia que tiene como filtro para los materiales alóctonos sino también como áreas de refugio de fauna y flora que interactúan de distintas maneras con la estructura y funciones lacustres.

* **Arboledas riparias de la ribera occidental**.- A diferencia de los bosques de la ribera oriental, en la márgen occidental de la laguna se encuentran escasas zonas de vegetación arbórea, siendo común encontrar que la anchura de la franja arbórea la constituya un sólo árbol o arbusto de baja altura.

* **Vegetación acuática**.- La cobertura de la vegetación acuática, casi totalmente formada por jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), ha cobrado en los últimos años una proporción elevada, especialmente después del dragado de los respectivos efluentes y afluentes de la laguna y el proceso acelerado de deforestación y desmonte en las riberas del cuerpo lagunar (Fotografías 7 y 8). Aunado a ello, la actitud de algunos habitantes del lugar, que han optado por el desbroze a machete de la masa vegetal, ha incrementado la proliferación de esta especie cuya reproducción vegetativa por medio de estolones laterales se facilita al separarse los hijuelos de la planta madre. La drástica cobertura de *E. crassipes* del área lacustre, representa una pronunciada alteración de las características hidrológicas y bióticas del cuerpo de agua.

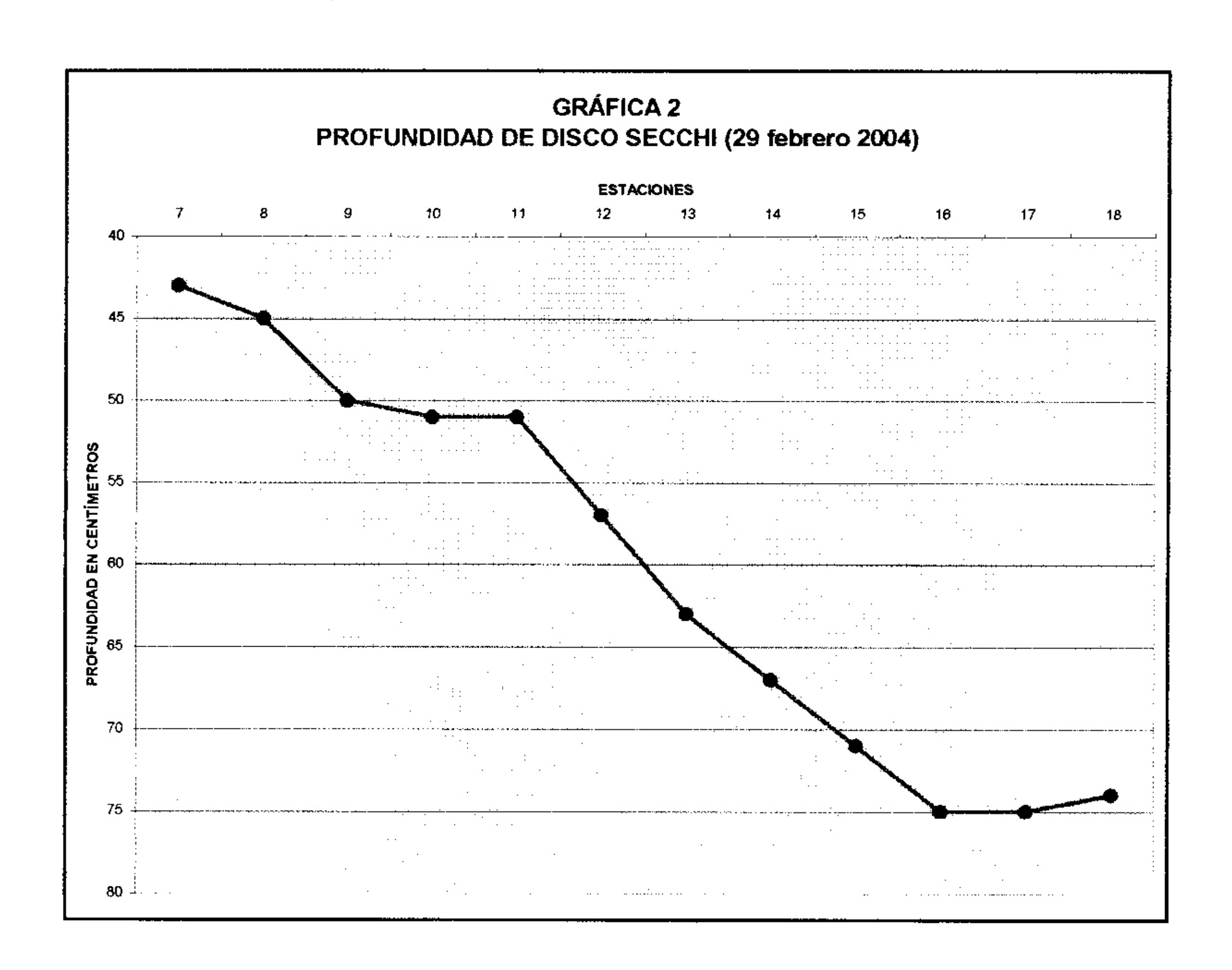
8.1.3 ZONAS DE EROSIÓN EDÁFICA.

Se determinaron 24 zonas de erosión edáfica a lo largo de ambas riberas de la laguna, pero se constató durante el período de estudio que tales zonas constantemente incrementan su número y dimensiones a consecuencias de la destrucción de la vegetación para incorporar nuevas áreas de pastoreo y descanso de ganado vacuno. Así, por ejemplo, en los meses de marzo a mayo de 2003, y en mayo de 2004, severos desmontes realizados por los propietarios de los ranchos ubicados en la ribera occidental produjo la reducción de cerca del 40 % de la vegetación riparia de esa ribera (Anexo A, Fotografías 5 y 6), con la consecuente erosión edáfica.

8.2 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.

1) Transparencia

La transparencia medida con el disco de Secchi en fecha 29 de febrero de 2004, a lo largo de 12 de las estaciones de muestreo, muestra un patrón bastante regular de aumento de la transparencia en dirección sur a norte coincidente con el aumento de profundidad (Gráfica 2). De un valor de 43 cm en la estación 7, la transparencia aumentó hasta 75 cm en la estación 17. En la última estación, a pesar de la poca profundidad y proximidad de sedimentos que obstruyen esa parte, la transparencia medida con el disco de Secchi dió un valor relativamente alto de 74 cm.



2) Temperatura

Los valores de temperatura obtenidos durante el muestreo de marzo de 2003 presentaron un patrón regular de 30° C cerca de la superficie, con condiciones de ausencia de viento y poca variación de la insolación debido al fenómeno de calima que tuvo lugar durante ese período (Osorio-Sánchez, inéd.). Otras lecturas de temperatura del agua tomadas cerca de la superficie dieron valores en un rango de 28.5° a 29° C (Tabla 2).

3) pH

Durante todo el período de estudio los valores de pH del agua a nivel superficial fue bastante regular, en un rango de 6.9 a 7.8, mostrando una tendencia clara a aumentar hacia el norte del cuerpo lagunar, zona que recibe aportaciones de agua procedentes de manantiales que nacen en la ladera cárstica ubicada al suroeste del cerro Tortuguero, localizado a 120 metros de distancia. La mayor regularidad se dió en el período de febrero de 2003, cuando todas las mediciones cayeron en un rango de 7.6 a 7.8.

4) Oxígeno disuelto

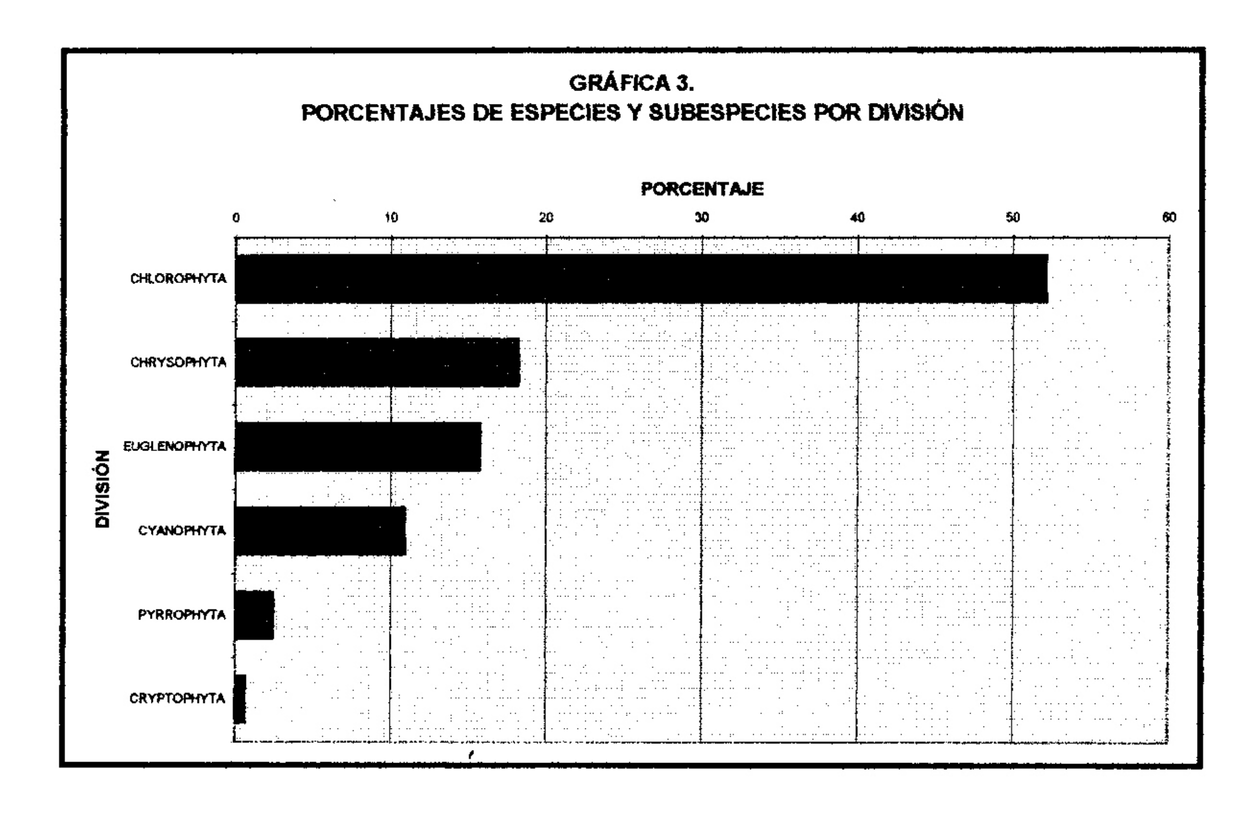
En la temporada de febrero de 2003 se midió el oxígeno disuelto en cuatro estaciones de la laguna El Balsón, registrándose los valores que se dan a continuación:

TABLA 2. CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y pH EN LA LAGUNA EL BALSÓN.

ESTACIÓN	CONC. OXÍGENO DISUELTO	TEMPERATURA	pH
3	6 mg/ L	28.5	7.6
11	6.3 mg/ L	29	7.8
12	5.7 mg/ L	29	7.8
18	4.4 mg/ L	29	7.6

8.3 RIQUEZA DE ESPECIES.

Atendiendo a los porcentajes específicos correspondientes a cada taxón principal (nivel de División), se encontró que el mejor representado era **Chlorophyta**, con un **52.12 %** (86 taxa) del total de especies y variedades registradas, seguida por **Chrysophyta**, con el **18.18 %** (30 taxa), mientras que las **Euglenophyta** tenían el **15.76 %** (26 taxa), las **Cyanophyta** (Cyanobacteria) el **10.91 %** (18 taxa), las **Pyrrophyta** el **2.42 %** (4 taxa) y las **Cryptophyta** el **0.61 %** (un taxón) (Gráfica 3).



Se identificaron 98 géneros (Tabla 3) y 165 especies y variedades (Tabla 4) del fitoplancton de la laguna El Balsón a lo largo del estudio. Los géneros representados con un mayor número de especies y variedades fueron ***Scenedesmus*** (10), ***Trachelomonas*** (9), ***Tetraedron*** (7), ***Euglena*** (6), ***Closterium*** (6), ***Ankistrodesmus*** (5), ***Cosmarium*** (4), ***Kirchneriella*** (4), ***Nitzschia*** (4) y ***Phacus*** (4); mientras que los demás géneros estuvieron representados por 1 a 3 especies y variedades. En el Anexo B se describen todas las taxa encontradas durante el desarrollo de esta investigación, incluyendo figuras de la mayoría de ellas.

TABLA 3

LISTA DE GÉNEROS FITOPLANCTÓNICOS DE LA LAGUNA EL BALSÓN

	GÉNEROS	NÚM. DE SP. Y VAR.		GÉNEROS	NÚM. DE SP. Y VAR.
1	*Achnanthes*	1	50	*Lepocinclis*	3
2	*Amphora*	1	51	*Lyngbya*	1
3	*Anabaena*	2	52	*Melosira*	1
4	*Anabaenopsis*	1	53	*Merismopedia*	1
5	*Ankistrodesmus*	5	54	*Micractinium*	1
6	*Aphanocapsa*	1	55	*Microcystis*	1
7	*Botrydiopsis*	1	56	*Monoraphidium*	1
8	*Carteria*	1	57	*Navicula*	1
9	*Chilomonas*	1	58	*Nephrocytium*	2
10	*Chlamydomonas*	1	59	*Nitzschia*	4
11	*Chlorella*	3	60	*Ochromonas*	2
12	*Chlorogonium*	1	61	*Oikomonas*	1
13	*Chlorosarcina*	1	62	*Oocystis*	3
14	*Chromulina*	1	63	*Oscillatoria*	2
15	*Chroococcus*	2	64	*Pandorina*	1
16	*Closterium*	6	65	*Pediastrum*	1
17	*Coccomonas*	1	66	*Pedinopera*	1
18	*Cosmarium*	4	67	*Peranema*	1
19	*Crucigenia*	1	68	*Peridinium*	1
20	*Cyanotetras*	2	69	*Phacotus*	1
21	*Cyclotella*	1	70	*Phacus*	4
22	*Cymbella*	1	71	*Pinnularia*	2
23	*Dactylococcopsis*	1	72	*Platydorina*	1
24	*Dimorphococcus*	1	73	*Pleodorina*	1
25	*Dinobryon*	1	74	*Polyedriopsis*	1
26	*Diploneis*	1	75	*Polytoma*	2
27	*Dispora*	1	76	*Pteromonas*	1
28	*Entosiphon*	1	77	*Pyramimonas*	1
29	*Euastrum*	1	78	*Quadrigula*	1
30	*Eudorina*	1	79	*Rhabdoderma*	1
31	*Euglena*	6	80	*Rhopalodia*	1
32	*Eunotia*	1	81	*Roya*	1
33	*Frustulia*	1	82	*Scenedesmus*	10
34	*Glenodinium*	1	83	*Schroederia*	1
35	*Gloeoactinium*	1	84	*Selenastrum*	1
36	*Gloeocapsa*	1	85	*Spermatozoopsis*	1
37	*Gloeocystis*	1	86	*Stephanodiscus*	1
38	*Gloeodinium*	1	87	*Strombomonas*	2
39	*Gloeotrichia*	1	88	*Synechocystis*	1
40	*Golenkinia*	1	89	*Synedra*	1
41	*Gomphonema*	1	90	*Synura*	1
42	*Goniochloris*	2	91	*Tetraedron*	7
43	*Gonium*	1	92	*Tetrastrum*	1
44	*Gymnodinium*	1	93	*Thoracomonas*	1
45	*Hantzschia*	1	94	*Trachelomonas*	9
46	*Hyalogonium*	1	95	*Treubaria*	1
47	*Keriosphaera*	1	96	*Trochiscia*	2
48	*Kirchneriella*	4	97	*Vitreochlamys*	1
49	*Lagerheimia*	2	98	*Volvox*	1

TABLA 4

LISTA DE ESPECIES DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL BALSÓN

1	*Achnanthes hustedtii*	84	*Microcystis flos-aquae*
2	*Amphora ovalis*	85	*Monoraphidium pusillum*
3	*Anabaena* sp.	86	*Navicula* sp.
4	*Anabaena spiroides*	87	*Nephrocytium agardhianum*
5	*Anabaenopsis elenkinii*	88	*Nephrocytium lunatum*
6	*Ankistrodesmus acicularis*	89	*Nitzschia amphibia*
7	*Ankistrodesmus angustus*	90	*Nitzschia palea*
8	*Ankistrodesmus falcatus*	91	*Nitzschia (Nitzschiellae) acicularis* var. *closterioides*
9	*Ankistrodesmus gracilis*	92	*Nitzschia (Tryblionellae) tryblionella* var. *victoriae*
10	*Ankistrodesmus spirilliformis*	93	*Ochromonas minuta*
11	*Aphanocapsa grevillei*	94	*Ochromonas* sp.
12	*Botrydiopsis* sp.	95	*Oikomonas* sp.
13	*Carteria* sp.	96	*Oocystis elliptica*
14	*Chilomonas oblonga*	97	*Oocystis pusilla*
15	*Chlamydomonas* sp.	98	*Oocystis* sp.
16	*Chlorella miniata*	99	*Oscillatoria* sp.
17	*Chlorella* sp.	100	*Oscillatoria agardhii*
18	*Chlorella vulgaris*	101	*Pandorina morum*
19	*Chlorogonium* sp.	102	*Pediastrum* sp.
20	*Chlorosarcina* sp.	103	*Pedinopera* sp.
21	*Chromulina pascheri*	104	*Peranema trichophorum*
22	*Chroococcus limneticus*	105	*Peridinium* sp.
23	*Chroococcus turgidus*	106	*Phacotus* sp.
24	*Closterium aciculare*	107	*Phacus horridus*
25	*Closterium cornu*	108	*Phacus longicauda*
26	*Closterium jenneri*	109	*Phacus* sp.
27	*Closterium littorale*	110	*Phacus triqueter*
28	*Closterium parvulum* var. *majus*	111	*Pinnularia nobilis*
29	*Closterium pronum*	112	*Pinnularia* sp.
30	*Coccomonas orbicularis*	113	*Platydorina* sp.
31	*Cosmarium* sp. 1	114	*Pleodorina* sp.
32	*Cosmarium* sp. 2	115	*Polyedriopsis gelatinosa*
33	*Cosmarium* sp. 3	116	*Polytoma granuliferum*
34	*Cosmarium undulatum*	117	*Polytoma uvella*
35	*Crucigenia tetrapedia*	118	*Pteromonas* sp.
36	*Cyanotetras crucigenielloides*	119	*Pyramimonas tetrarhynchus*
37	*Cyanotetras* sp.	120	*Quadrigula lacustris*
38	*Cyclotella meneghiniana*	121	*Rhabdoderma* sp.
39	*Cymbella turgida*	122	*Rhopalodia gibba*
40	*Dactylococcopsis acicularis*	123	*Roya* sp.
41	*Dimorphococcus* sp.	124	*Scenedesmus abundans*
42	*Dinobryon* sp.	125	*Scenedesmus bicaudatus*
43	*Diploneis puella*	126	*Scenedesmus bijuga*
44	*Dispora crucigenioides*	127	*Scenedesmus brasiliensis*
45	*Entosiphon sulcatum*	128	*Scenedesmus denticulatus*
46	*Euastrum* sp.	129	*Scenedesmus dimorphus*
47	*Eudorina* sp.	130	*Scenedesmus longispina*
48	*Euglena acus*	131	*Scenedesmus opoliensis*
49	*Euglena gracilis*	132	*Scenedesmus quadricauda*
50	*Euglena rostrifera*	133	*Scenedesmus tenuispina*
51	*Euglena rubra*	134	*Schroederia spiralis*
52	*Euglena* sp.	135	*Selenastrum gracile*
53	*Euglena viridis*	136	*Spermatozoopsis* sp.
54	*Eunotia pectinalis* var. *minor*	137	*Stephanodiscus* sp.
55	*Frustulia rhomboides*	138	*Strombomonas* sp.
56	*Glenodinium* sp.	139	*Strombomonas urceolata*
57	*Gloeoactinium* sp.	140	*Synechocystis aquatilis*
58	*Gloeocapsa* sp.	141	*Synedra ulna*
59	*Gloeocystis* sp.	142	*Synura* sp.
60	*Gloeodinium* sp.	143	*Tetraedron arthrodesmiforme*
61	*Gloeotrichia* sp.	144	*Tetraedron caudatum*
62	*Golenkinia* sp.	145	*Tetraedron minimum*
63	*Gomphonema subclavatum*	146	*Tetraedron muticum*
64	*Goniochloris sculpta*	147	*Tetraedron regulare* var. *torsum*
65	*Goniochloris* sp.	148	*Tetraedron trigonum* var. *gracile*
66	*Gonium pectorale*	149	*Tetraedron trigonum* var. *trigonum*
67	*Gymnodinium* sp.	150	*Tetrastrum staurogeniaeforme*
68	*Hantzschia amphioxys*	151	*Thoracomonas phacotoides*
69	*Hyalogonium klebsi*	152	*Trachelomonas abrupta*
70	*Keriosphaera gemma*	153	*Trachelomonas armata*
71	*Kirchneriella lunaris*	154	*Trachelomonas caudata*
72	*Kirchneriella lunaris* var. *irregularis*	155	*Trachelomonas hispida*
73	*Kirchneriella obesa*	156	*Trachelomonas oblonga*
74	*Kirchneriella* sp.	157	*Trachelomonas scabra* var. *ovata* f. *minor*
75	*Lagerheimia* sp. 1	158	*Trachelomonas scabra* var. *scabra*
76	*Lagerheimia* sp. 2	159	*Trachelomonas volvocina*
77	*Lepocinclis caudata*	160	*Trachelomonas volvocinopsis*
78	*Lepocinclis ovum*	161	*Treubaria* sp.
79	*Lepocinclis salina*	162	*Trochiscia granulata*
80	*Lyngbya* sp.	163	*Trochiscia reticulata*
81	*Melosira roseana*	164	*Vitreochlamys* sp.
82	*Merismopedia* sp.	165	*Volvox* sp.
83	*Micractinium pusillum*		

TABLA 5

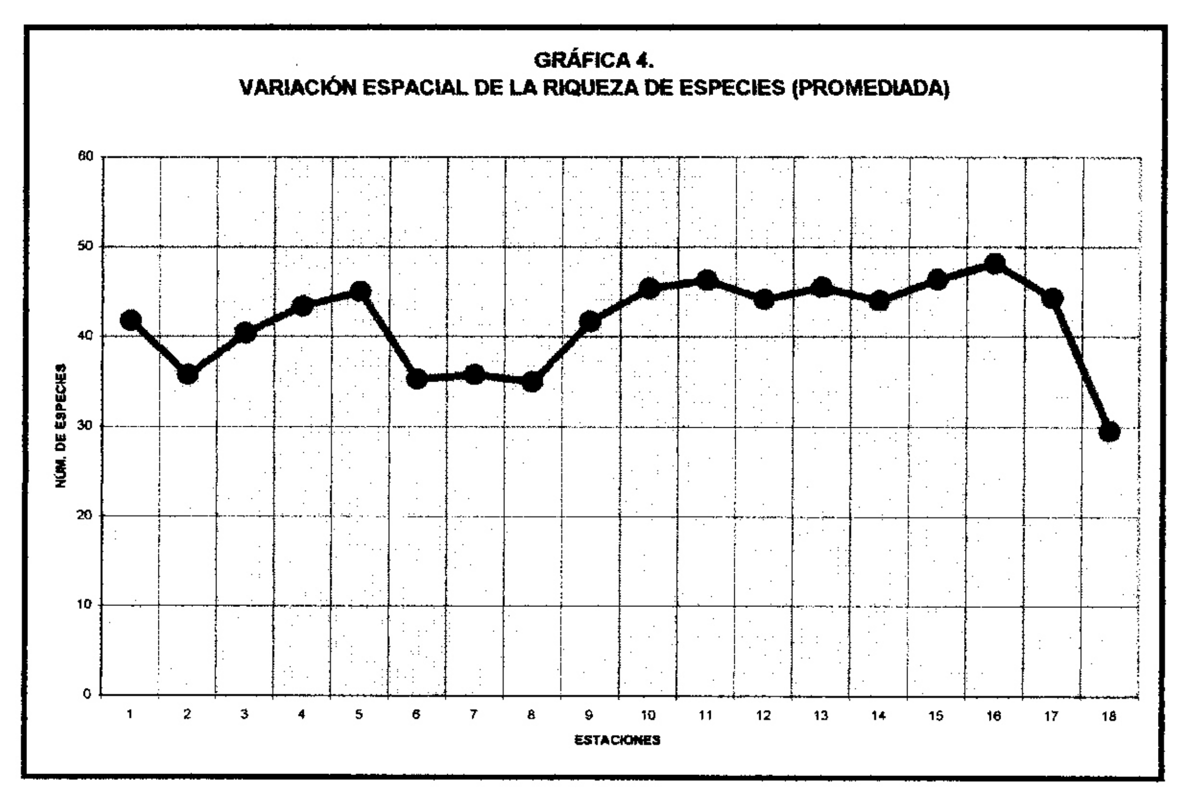
RIQUEZA DE ESPECIES

EST.	MUESTREO 1 02-Ago-02	MUESTREO 2 19-Oct-02	MUESTREO 3 08-Dic-02	MUESTREO 4 23-Mar-03	MUESTREO 5 25-May-03	MUESTREO 6 21-Jul-03	MUESTREO 7 28-Sep-03	MUESTREO 8 16-Nov-03
1	43	43	47	47	41	40	40	33
2	32	44	43	41	29	35	31	31
3	39	43	43	35	34	34	39	(+) **56**
4	44	41	45					
5	44	46	45					
6	(-) **31**	(-) **40**	43	(-) **27**				
7	45	52	50	31	(-) **21**	(-) **29**	29	29
8	32	46	(-) **40**	37	41	31	29	(-) **24**
9	44	54	53	38	40	35	37	32
10	56	54	(+) **54**	46	46	37	37	33
11	(+) **59**	54	53	(+) **51**	43	38	41	31
12	56	51	51	41	48	38	41	27
13	56	(+) **56**			42	39	47	33
14	(+) **59**			(-) **27**	52	43	(+) **49**	34
15	48	46	47	(+) **51**	(+) **54**	47	48	30
16	(+) **59**	53	51	50	51	47	42	32
17	53	50		46	40	(+) **51**	31	39
18						33	(-) **26**	

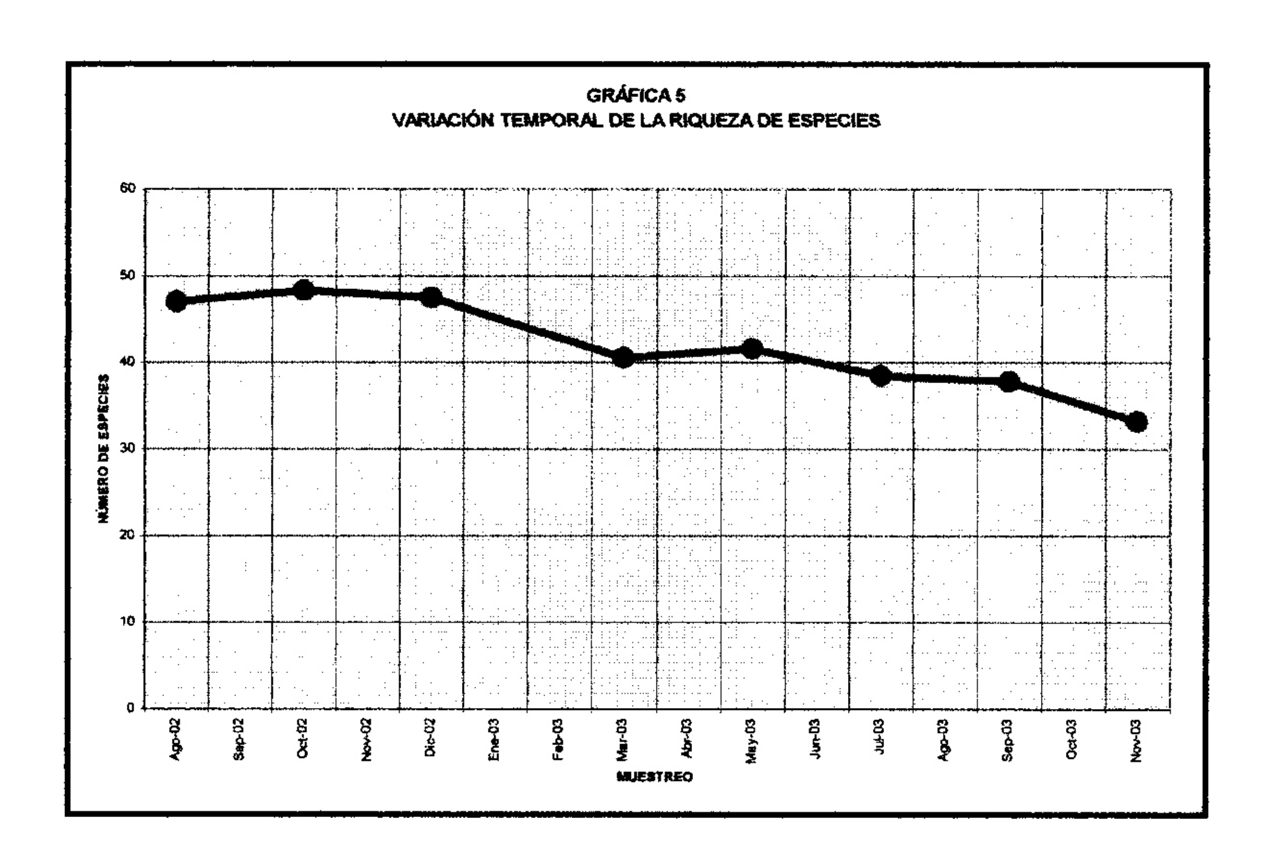
(+) valor más alto (-) valor más bajo Los espacios vacíos en cada columna indican ausencia de muestreo por cobertura de vegetación acuática flotante que proliferó o se movió e hizo imposible la toma de muestras.

En la Tabla 5 se presentan los valores de riqueza de especies obtenidos a lo largo del estudio, en las diferentes estaciones de muestreo. Se puede apreciar que el rango de valores correspondiente al número de especies por estación fue desde un máximo de **59** (muestreo 1, estaciones 11, 14 y 16), a un mínimo de **21** (muestreo 5, estación 7), con un promedio total de **42** especies por estación a lo largo de la investigación.

Habiéndose promediado los valores determinados durante cada período de muestreo, se encontró que el patrón de la distribución espacial de la riqueza de especies fue como se muestra en la Gráfica 4, donde se puede observar que las estaciones de muestreo con mayor riqueza específica fueron la 15 a 17.



La variación temporal de la riqueza de especies se puede apreciar en la Gráfica 5, donde se observa una disminución en el tiempo, respecto a los promedios de riqueza por estación, lo cual parece atribuíble a la proliferación de lirio acuático que aumentó su cobertura considerablemente conforme pasó el tiempo. En la parte correspondiente a la discusión de los resultados se analiza este fenómeno y otros factores relacionados con el mismo.



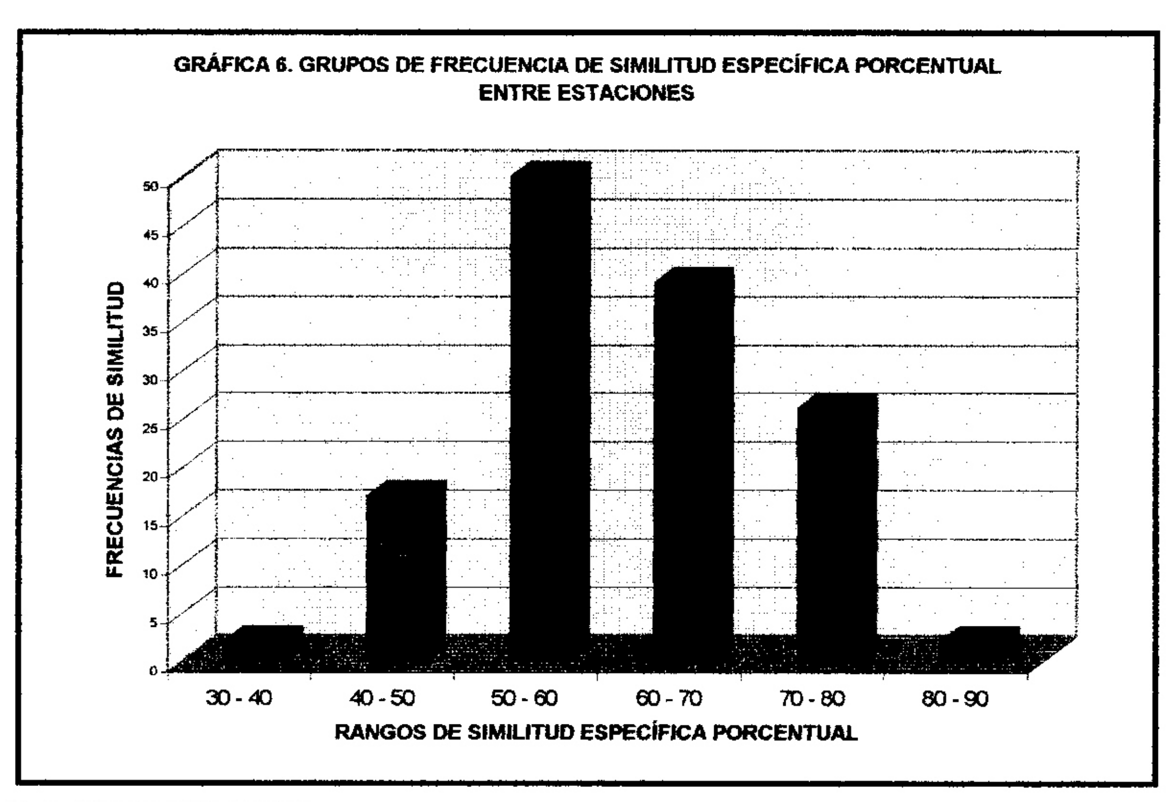
Asimismo, utilizando los valores promediados de riqueza de especie obtenidos en cada estación a lo largo del estudio y la coincidencia de especies compartida entre las distintas estaciones de muestreo, se elaboró la Tabla 6 de contingencias, en la que se puede apreciar que el valor de similitud más alto (**81.73 %**) se presentó entre las estaciones **13** y **16**, mientras que el valor más bajo (**36.36 %**) se dió entre las estaciones **2** y **12**. Es también evidente que las estaciones que presentaron una mayor similitud entre sí fueron aquellas ubicadas hacia la parte norte de la laguna, es decir, las estaciones numeradas como 10 a 18.

Como puede verse en la Gráfica 6, el rango de **50** a **60 %** fue el más frecuente entre estaciones respectivas y corresponde, como era de esperar, a estaciones cercanas entre sí.

TABLA 6

SIMILITUD ESPECÍFICA PORCENTUAL ENTRE ESTACIONES DE MUESTREO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	**100**	53.33	58.53	57.47	59.77	56.75	68.18	53.33	62.06	60.6	54.9	52.52	56.56	54.9	52.74	62.74	56.25
2		**100**	70.42	65.78	71.05	63.49	57.14	65.62	52.63	47.72	39.56	36.36	43.18	43.95	40	41.75	44.7
3			**100**	67.46	72.28	68.57	61.9	59.15	57.83	54.73	48.97	50.52	50.52	44.89	43.67	53.06	50
4				**100**	77.27	66.66	56.17	63.15	63.63	58	48.54	48	54	52.42	45.65	50.48	51.54
5					**100**	69.33	60.67	68.42	65.9	56	48.54	50	52	48.54	50	48.54	55.67
6						**100**	60.52	76.19	64	52.87	51.11	52.87	57.47	53.33	45.56	53.33	54.76
7							**100**	57.14	67.41	61.38	59.61	65.34	67.32	57.69	58.06	61.53	63.26
8								**100**	60.52	54.54	48.35	52.27	56.81	52.74	50	52.74	54.11
9									**100**	74	67.96	66	68	66.01	60.86	66.01	63.91
10										**100**	69.56	71.42	71.42	69.56	63.46	76.52	66.05
11											**100**	71.3	71.3	76.27	71.02	74.57	69.64
12												**100**	80.35	74.78	69.23	76.52	75.22
13													**100**	76.78	76.92	81.73	77.06
14														**100**	74.76	79.66	73.21
15															**100**	76.63	71.28
16																**100**	75
17																	**100**



8.4 ABUNDANCIA.

Como un ejercicio complementario previo al proceso de cuantificación de las muestras tomadas en las 18 estaciones ubicadas bajo el plan de muestreo sistemático, se procedió a tratar estadísticamente los datos de densidad obtenidos durante el primer período de muestreo. De esta manera se encontró un valor promedio de densidad de 4182.72 org./mL, con una desviación estándar de 619.73, un error estándar de 134.71 y un número teórico representativo de muestras de 7.9. Es decir, que calculado para un intervalo de confianza de 95 %, 16 grados de libertad y t = 2.12, el número de muestras representativas para la laguna El Balsón fue de ocho muestras, lo cual es menos de la mitad de las muestras totales por cada período de muestreo, aunque como se dijo antes, el diseño del proyecto había planteado un muestreo sistemático con la finalidad de evaluar los cambios espaciales y temporales de la abundancia y composición fitoplanctónicas en relación con la morfología del cuerpo lacustre, por lo cual se tomaron en consideración todas las estaciones, excepto en los casos en que la ulterior proliferación de jacinto acuático impidió la toma de muestras en algunas de las estaciones, lo cual puede apreciarse en los respectivos reportes de datos.

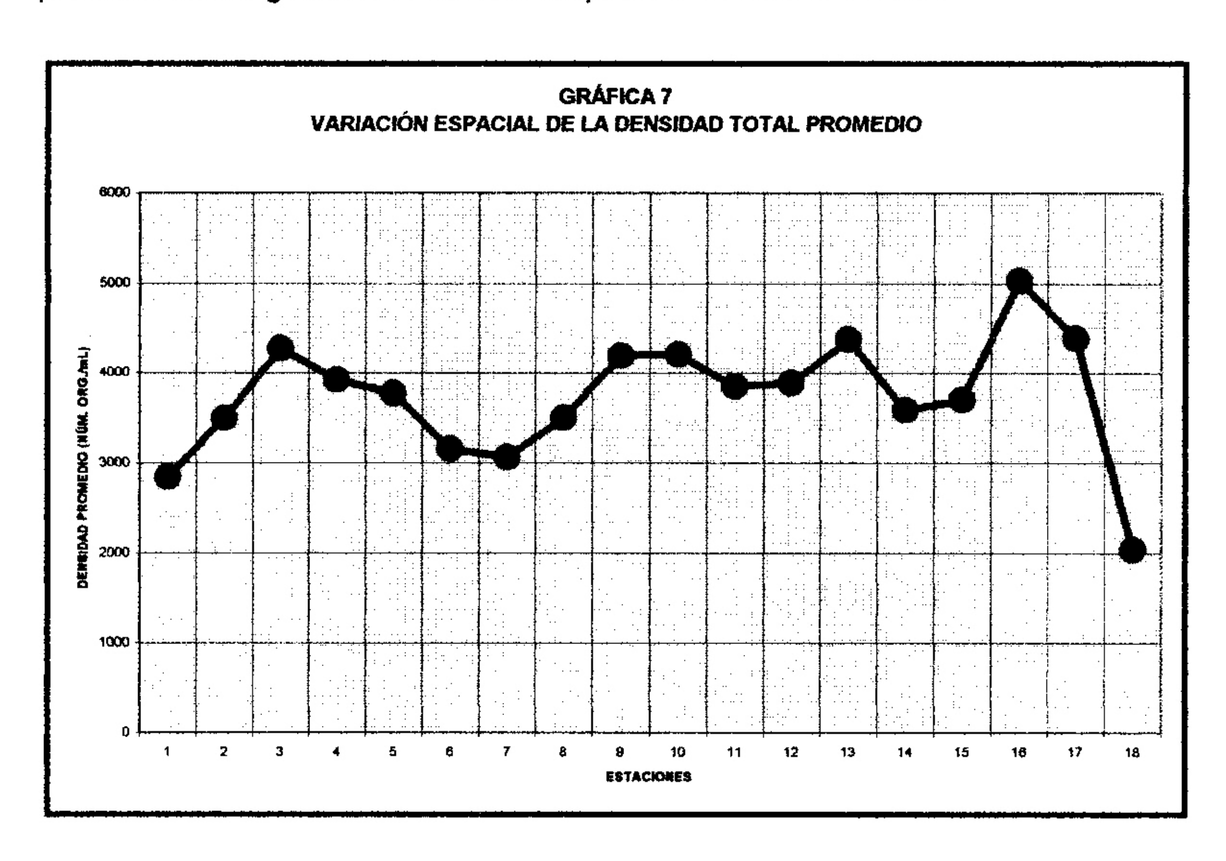
TABLA 7

DENSIDAD TOTAL (ORG/mL)

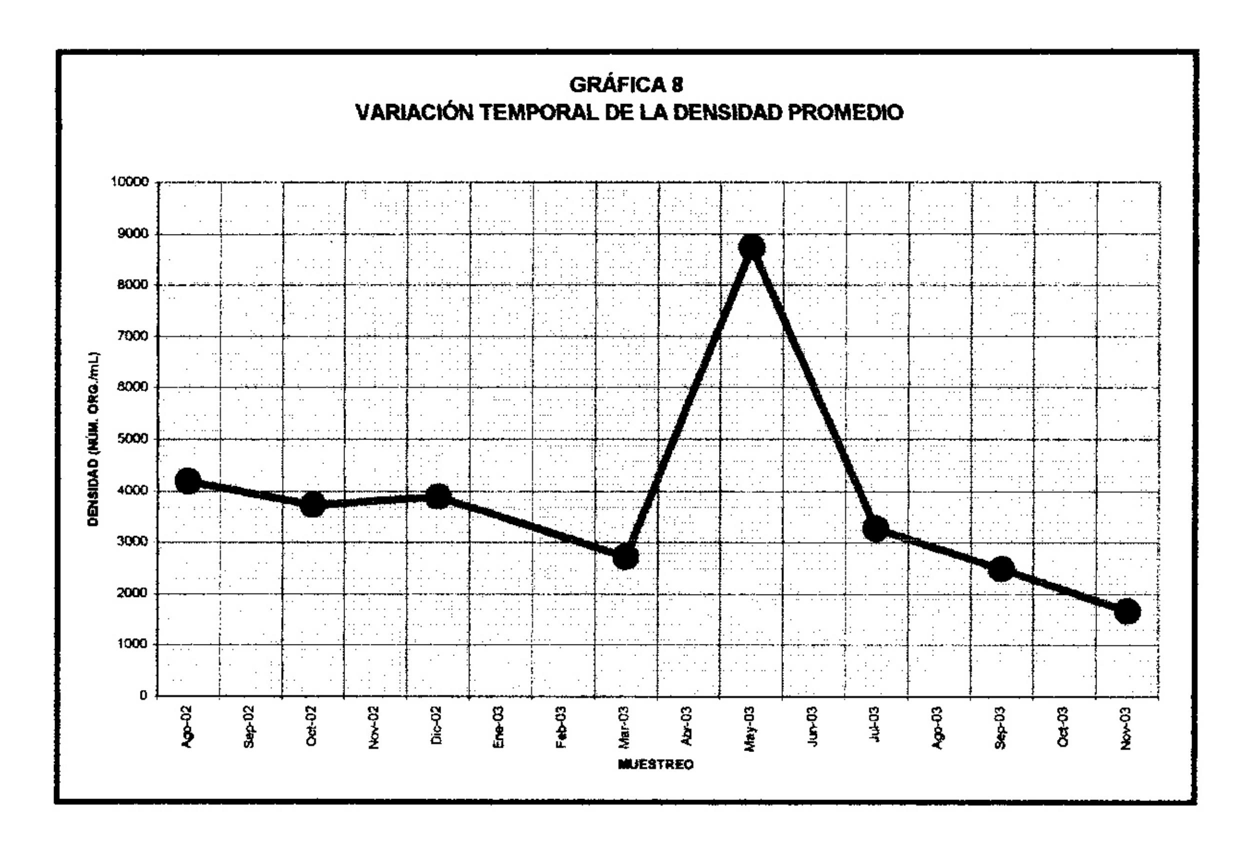
EST.	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4	MUESTREO 5	MUESTREO 6	MUESTREO 7	MUESTREO 8	PROMEDIO	DESV. EST.
	02-Ago-02	19-Oct-02	08-Dic-02	23-Mar-03	25-May-03	21-Jul-03	28-Sep-03	16-Nov-03		
1	2988	**2009**	**1929**	2719	6441	3602	1652	1404	2843	1629.120709
2	4930	3231	3918	3990	**5029**	3776	1769	1341	3498	1341.838398
3	3954	3487	3972	2787	9197	3190	**4311**	**3280**	4272.25	2050.244149
4	4272	3703	3799						3924.666667	304.605209
5	4233	3201	3900						3778	526.7058002
6	3705	3399	3712	1800					3154	914.3861329
7	4302	3209	4003	3086	5211	2035	**1009**	1661	3064.5	1429.073426
8	**2868**	2145	3210	**1723**	12021	2000	2227	1840	3504.25	3478.725208
9	4432	4129	4199	2004	11082	3665	2315	1715	4192.625	2982.267734
10	4661	4877	4122	3635	8990	3176	2754	1446	4207.625	2225.302608
11	4661	4111	4905	2640	6897	3615	2562	1425	3852	1697.979387
12	4173	4599	**5889**	2109	7110	3551	2576	**1123**	3891.25	1986.271651
13	4701	4779			8221	3912	3155	1479	4374.5	2242.80144
14	4272			1943	7301	**3933**	2199	1903	3591.833333	2090.34604
15	3914	3480	2009	2119	10187	3874	2377	1673	3704.125	2762.597248
16	**5238**	**4993**	4811	3119	**14263**	3511	2631	1622	5023.5	3940.077809
17	3804	4211		**4288**	10344	3551	3110	1377	4383.571429	2806.425892
18						**1538**	2539		2038.5	707.813888
PROMEDIO	4182.823529	3722.6875	3884.142857	2711.571429	8735.285714	3261.933333	2479.066667	1663.5		
DESV. EST.	619.7331316	887.2202071	1035.140857	827.5597784	2654.394192	766.5353842	749.1958038	510.6446529		

Los muestreos posteriores realizados en todas las estaciones fueron cuantificados por el método de frecuencia porcentual, por el cual se obtiene la densidad que McNabb (1960) denomina *densidad teórica*, la cual se basa en determinaciones de frecuencia relativa a las cuales se aplican los factores de conversión dados por Fracker y Brischle (McNabb, *op. cit.*).

La Tabla 7 resume los datos de densidad total (núm. organismos/ mL) medidos a lo largo del estudio en las diferentes estaciones de muestreo. Un análisis del comportamiento espacial de la abundancia total del fitoplancton puede hacerse a partir de la Gráfica 7, donde puede apreciarse que la densidad promedio más alta se obtuvo en la estación 16, mientras que la densidad más baja correspondió a la estación 18. También se puede observar en esta gráfica que casi todos los valores promedio de densidad total estuvieron en un rango de los 2000 a 5000 organismos por mililitro, con una mayor frecuencia cercana a los 4000 org/mL. Por otra parte, la desviación estándar de los valores correspondientes a las series para cada estación de muestreo, muestran que la estación 16 fue la de mayores variaciones, mientras que la estación 4 la que presentó una regularidad más alta respecto a la densidad total.



En lo referente a la variación temporal de la densidad en la laguna El Balsón, la Gráfica 8 muestra que el período de muestreo en que se presentó una densidad total promedio más alta fue el correspondiente al mes de mayo de 2003 (muestreo 5), mientras que la menor densidad total promedio se presentó en el mes de noviembre de 2003. Los valores de desviación estándar muestran que en mayo de 2003 se presentaron mayores diferencias en las densidades totales registradas para las diferentes estaciones, mientras que en el mes de noviembre de 2003, fue cuando la variación entre estaciones fue menor.



8.5 DOMINANCIA

En la Tabla 8 pueden observarse las especies que fueron numéricamente dominantes en la laguna a lo largo del estudio. Se puede apreciar en esta tabla que la dominancia numérica correspondió a solamente cuatro especies: *Trachelomonas volvocinopsis, Ankistrodesmus angustus, Cyclotella meneghiniana y Glenodinium* sp., con porcentajes relativamente bajos respecto al total de la comunidad.

Es notorio que los porcentajes de abundancia de estas especies nunca rebasaron el 20 % y que todas ellas siempre fueron encontradas en todas las estaciones de muestreo, aunque en diferentes densidades.

TABLA 8
DOMINANCIA NUMÉRICA

MUESTREO	FECHA	ESPECIE DOMINANTE	PORCENTAJE
1	02-Ago-02	*Ankistrodesmus angustus*	15.66
2	19-Oct-02	*Ankistrodesmus angustus*	16.96
3	08-Dic-02	*Trachelomonas volvocinopsis*	12.34
4	23-Mar-03	*Trachelomonas volvocinopsis*	13.51
5	25-May-03	*Trachelomonas volvocinopsis*	12
6	21-Jul-03	*Cyclotella meneghiniana*	11.02
7	28-Sep-03	*Cyclotella meneghiniana*	14.35
8	16-Nov-03	*Glenodinium sp.*	18.4

Otras especies cuya presencia también fue registrada en todas las estaciones durante el tiempo que duró el estudio fueron *Crucigenia tetrapedia*, *Microcystis flos-aquae*, *Scenedesmus bijuga*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tetraedron muticum*, *Thoracomonas phacotoides* y *Strombomonas* sp., aunque su abundancia fue menor que las señaladas especies dominantes.

8.6 DIVERSIDAD DE ESPECIES

La Tabla 9 muestra los valores obtenidos según los índices de diversidad de especies para toda la serie de muestreos en la laguna El Balsón.

En esta tabla el valor más alto (**3.557 bits/organismo**) correspondió al muestreo de agosto de 2002, en la estación 14, ubicada en la zona de mayor profundidad, anchura y transparencia de la laguna en esa temporada, mientras que el valor más bajo de diversidad (**2.239 bits/organismo**) se obtuvo en la estación 10, durante el muestreo de septiembre de 2003.

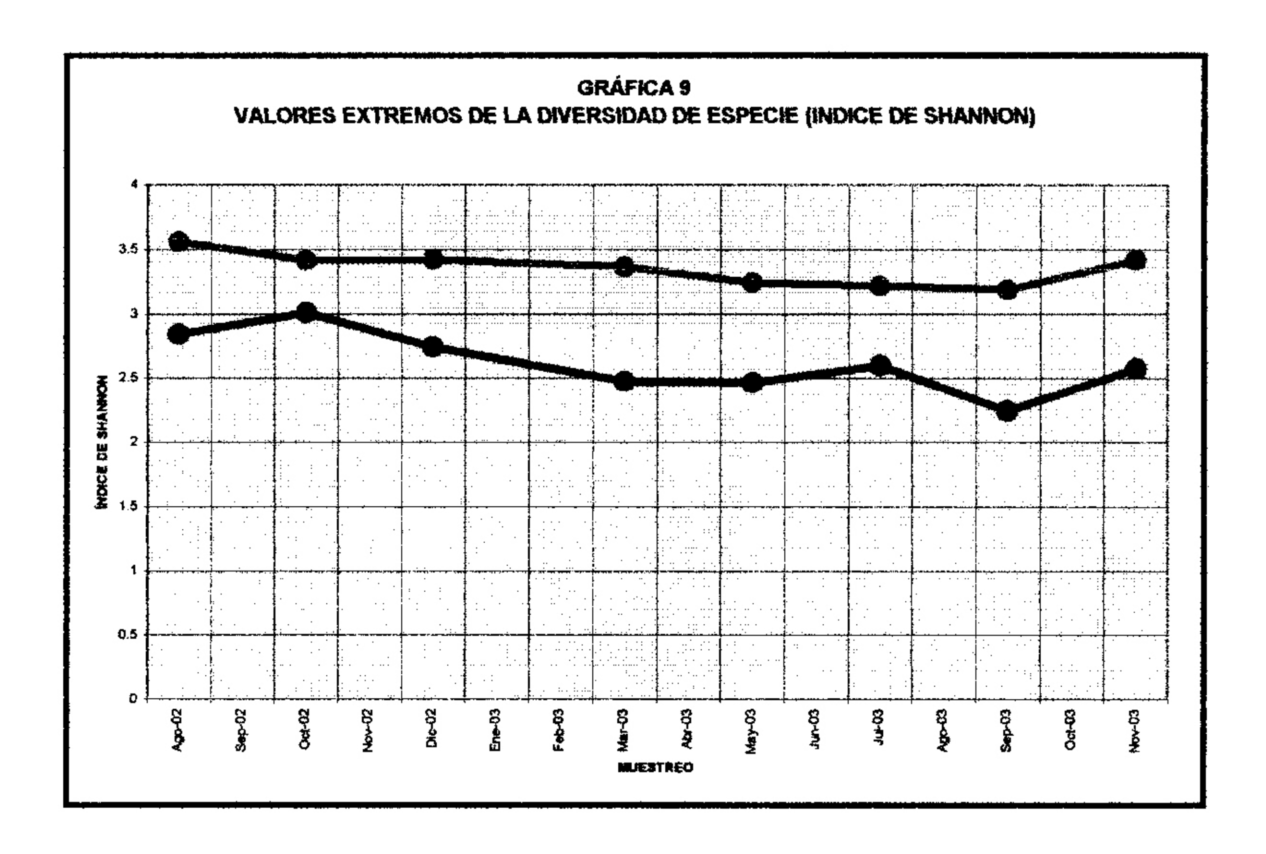
La consideración de las variaciones de los datos de diversidad de especies para las distintas estaciones a lo largo del año, muestra un patrón poco cambiante (Gráfica 9), no habiendo llegado a darse en ningún momento un valor inferior a 2.23 ni mayor a 3.55 del índice de Shannon, ni un valor menor a 8.0 ni mayor a 26 en el cálculo del inverso de los datos del índice de Simpson.

TABLA 9

DIVERSIDAD DE ESPECIES (ÍNDICE DE SHANNON)

EST.	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4	MUESTREO 5	MUESTREO 6	MUESTREO 7	MUESTREO 8
	02-Ago-02	**19-Oct-02**	**08-Dic-02**	**23-Mar-03**	**25-May-03**	**21-Jul-03**	**28-Sep-03**	**16-Nov-03**
1	3.145593	3.111311	3.210091	3.002133	2.795679	2.992136	2.913123	2.578928
2	2.851787	3.212131	2.999872	2.725523	(-) **2.463256**	2.599999	2.579761	2.937981
3	3.073124	3.144221	3.100015	2.578999	2.898926	2.879542	2.564984	(+) **3.412111**
4	3.147084	3.100211	3.121331					
5	3.194308	3.213215	3.100021					
6	3.027376	3.011211	2.959994	(-) **2.472891**				
7	3.145421	3.321101	3.100232	2.985564	2.994532	(-) **2.593475**	2.572316	2.579903
8	(-) **2.840558**	3.212222	(-) **2.739224**	2.999213	2.769999	2.763428	2.722132	2.572119
9	3.18146	3.283205	3.320312	3.111217	2.879453	2.911117	2.692362	2.599955
10	3.362952	3.377777	(+) **3.419004**	3.211111	2.672992	2.917274	(-) **2.239999**	2.967923
11	3.297584	3.324423	3.155777	3.342128	2.992451	2.912189	2.919155	3.131121
12	3.181405	(-) **3.009874**	3.154342	2.999915	2.987572	2.910002	3.131999	(-) **2.568452**
13	3.399009	(+) **3.412121**			3.113672	2.792211	(+) **3.186543**	2.796753
14	(+) **3.557772**			2.479991	(+) **3.241212**	2.677864	2.929956	2.997685
15	3.312118	3.222221	2.791212	(+) **3.366312**	2.592149	2.921312	2.895672	2.795357
16	3.49791	3.300334	3.125565	3.122797	2.657489	2.761493	2.565673	2.678965
17	3.378295	3.121782		3.121786	2.588984	(+) **3.214578**	2.573687	2.658921
18						2.681212	2.552345	

(+) valor más alto (-) valor más bajo Los espacios vacíos en cada columna indican ausencia de muestreo por cobertura de vegetación acuática flotante que proliferó o se movió e hizo imposible la toma de muestras.



8.7 FLORECIMIENTO DE PRIMAVERA

Durante el muestreo del 25 de mayo de 2003, el crecimiento poblacional de tres especies fitoplanctónicas: *Trachelomonas volvocinopsis, Peridinium* sp. y *Ankistrodesmus angustus* alcanzó densidades muy altas en las estaciones de muestreo números 15, 16 y 17. La formación de espuma color crema o amarillenta en la superficie del agua fue el rasgo más notorio de este florecimiento algal que abarcó un área aproximada de 3700 metros cuadrados de la laguna (Anexo A, Fotografía 10). Las condiciones de temperatura, viento, eutroficación de origen edáfico-húmico y cobertura de vegetación acuática fueron especialmente excepcionales durante los días previos a este fenómeno.

La temperatura del aire alcanzó los 40.5 grados centígrados a la sombra, mientras que el viento fue de calma y brisa tenue de la escala de Beaufort, acentuándose la falta de viento sobre la superficie del agua por la abundante cobertura de jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) acumulada en esa parte de la laguna. En meses anteriores, una importante proporción de la vegetación riparia (en especial las plantas arbustivas, herbáceas y trepadoras) de la ribera occidental cercana habían sido desmontadas por ganaderos de los ranchos

aledaños, lo cual provocó un abundante vertido de materia orgánica al cuerpo de agua.

La formación de espuma en esta zona fue causada principalmente por *Peridinium* sp., cuya densidad alcanzó los 2665 organismos por mililitro, es decir más del doble de la densidad promedio alcanzada por toda la comunidad fitoplanctónica en otros meses. Los organismos de esta especie se encontraban embebidos en un mucílago abundante que flotaba sobre la superficie a manera de hebras pastosas con abundancia de espuma (Anexo A, Fotografía 10). Asimismo, la densidad absoluta de *Trachelomonas volvocinopsis* fue relativamente alta (2821 org./mL) comparada con los valores de abundancia absoluta registrados en otras ocasiones en el mismo cuerpo de agua. Por su parte, en esa ocasión la densidad total fitoplanctónica presentó el máximo registrado durante todo el año de investigación, con una cifra de 14263 org./ ml. Por otra parte, en la estación 16, que presentaba el mayor valor de densidad, el dato de diversidad de especies sólo alcanzó a ser de 2.65 bits/organismo.

9. DISCUSIÓN

9.1 FISIOGRAFÍA DEL ÁREA LACUSTRE

9.1.1 MORFOLOGÍA LACUSTRE

La morfología de la cuenca lacustre es consecuencia de la forma fluvial paterna, de la cual la característica meándrica es una de las principales. Un meandro presenta rasgos típicos que son heredados por la laguna resultante del abandono del cauce del río. Entre estos rasgos se encuentra el sesgo de la forma cóncava (en vista transversal), que es más semejante a un paraboloide sesgado, en el cual uno de los lados tiene menor pendiente que el otro lado. Esa menor pendiente se da en la ribera convexa del meandro, que durante la vigencia del río es la parte con menores velocidades de corriente y donde sedimentan los derrubios procedentes de las inmediaciones corriente arriba.

Otra característica igualmente importante para conocer la dinámica de una laguna periférica es la subsistencia de canales o caños que alimentan al sistema lacustre durante casi todo el proceso evolutivo del cuerpo de agua (Joo y Ward, 1990). De ellos depende en gran parte, no sólo la dinámica de los nutrientes exógenos, sino también muchos procesos de colonización de la biota acuática alóctona.

En la laguna El Balsón, la identificación precisa de los afluentes y efluentes (Plano 3) permitió determinar las zonas con mayores posibilidades de mezclado de las aguas exógenas con las lacustres, así como los puntos de entrada de colonizadores bióticos acuáticos. Como es claramente apreciable en el Plano 3, los afluentes principales se encuentran en el extremo sur de la laguna, mientras que los efluentes se localizan hacia la parte noroeste. Dada la forma alargada del cuerpo de agua, la dirección de las corrientes se distribuye de manera longitudinal de sur a norte, aunque el incremento de la profundidad, que tiene la misma dirección señalada, así como la existencia del meandro principal en la parte media del sistema, definen el comportamiento dinámico de esta laguna. Durante la determinación de los parámetros morfométricos también se hizo evidente una zonación morfológica de este cuerpo de agua, misma que ha sido señalada previamente por Magaña-García (2004) y que consiste en la existencia de una zona sur de anchura promedio de 37.4 m y profundidad media de 1.3 m, y una zona norte de anchura promedio de 53.6 m y profundidad media de 2.4 m.

La forma alargada de la laguna y su orientación también tienen relación con el tiempo de exposición que el espejo de agua tiene respecto a la luz solar, lo cual en el caso particular de El Balsón es menor para el tramo sur, mientras que la porción norte presenta una orientación favorable a la exposición solar, especialmente si se considera la localización del cerro Tortuguero y la ubicación del bosque ripario.

Por otra parte, las zonas de erosión edáfica son sitios de formación de sedimentos inorgánicos importantes, cuando la erosión se ha presentado durante un largo tiempo. En partes donde la deforestación y el desmonte es reciente, los sedimentos lo forman materias orgánicas poco o muy degradadas, como fue el caso de la ribera oriental de la laguna, al nivel de la estación de muestreo número 2. En este sitio toda la vegetación riparia herbácea y arbustiva fue talada en febrero y marzo de 2002. Otro sitio donde ocurrió un proceso de desmonte durante los meses de febrero a mayo de 2003 fue la amplia zona de la ribera occidental correspondiente a las inmediaciones de las estaciones 9 a 18. Aunque dicho desmonte excluyó a los árboles mayores (necesarios como puntos de sombreado para el ganado), una proporción muy grande de hierbas, arbustos y lianas fue cortada y desechada en esa ribera, con el consecuente enriquecimiento trófico durante la inmediata temporada lluviosa, en la cual ese material orgánico pasó al cuerpo de agua.

De acuerdo a las investigaciones de Joo y Ward (1990) para lagos periféricos del sureste de los Estados Unidos, en el sentido de que "los lagos más jóvenes generalmente retienen la forma en U, mientras que los más viejos tienen una forma lineal", el análisis de la morfología general de la laguna El Balsón muestra que respecto a lagunas emparentadas del mismo tipo (Figura 10), se le podría considerar como relativamente más evolucionada. Por otra parte, en el caso de la distancia a que se encuentra la laguna El Balsón del río paterno, al ser comparada con las distancias a que se localizan los otros dos cuerpos de agua respecto al mismo río, se comprueba que El Balsón es el más alejado, lo que equivale también a una mayor antigüedad de origen. Este hecho tiene sustento histórico, al menos en lo concerniente a una antigüedad cercana a la centuria, pues hay registro de este cuerpo de agua en la nota y el croquis de Gonzalo Moral de 1918 (Hernández-Pons, 1984), así como en la mención de Santamaría (1933).

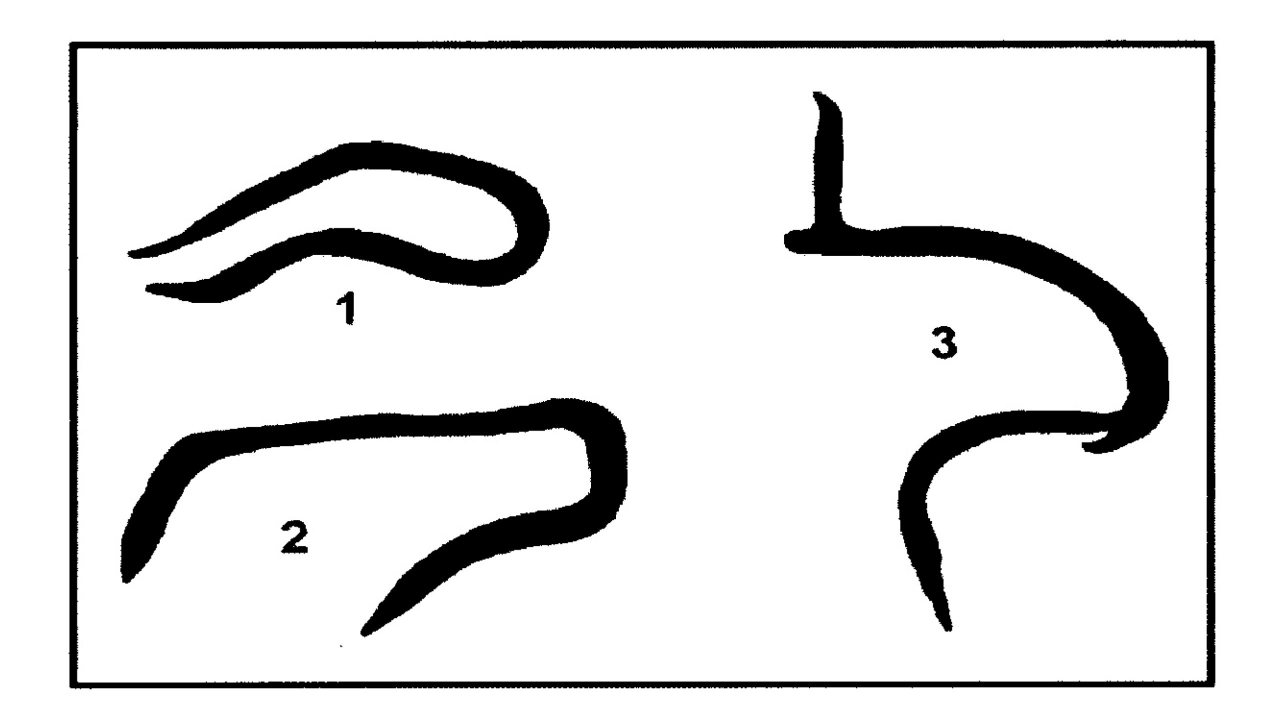


Figura 10. Silueta de las tres lagunas periféricas que, dentro del área de estudio se encuentran más cercanas al río Puxcatán. La laguna marcada con el número 3 es la laguna El Balsón.

Como puede verse en la figura 10, la laguna periférica número 1, cuya distancia al río Puxcatán es de 200 metros, muestra una forma más cerrada que la de la laguna número 2, la cual se encuentra a 410 metros del río citado, mientras que la laguna El Balsón, cuya distancia al río Puxcatán es de 1450 metros, presenta una curvatura más abierta que las anteriores.

Además de la importancia que tiene la morfología lacustre y el proceso de acumulación de materiales detríticos, de origen edáfico y biótico, que en parte son responsables de la eutroficación de este cuerpo de agua, los patrones climáticos sin duda juegan un papel crucial en la dinámica del fitoplancton, como se ha comprobado en la relación entre algunos factores ambientales y la abundancia y distribución fitoplanctónica.

Dado que el clima juega un papel determinante en los patrones anuales de crecientes, las asincronías periódicas en los regimenes de temperatura, precipitación, vientos y evaporación, entre otros, también mostrarán influencia en la dinámica fitoplanctónica. Considerando ésto, los patrones de precipitación

y temperaturas de la estación meteorológica más cercana al área, fueron analizados para los diez últimos años, incluyendo el tiempo de nuestro estudio.

9.2 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

No obstante que el número de determinaciones de temperatura del agua, pH, transparencia y oxígeno disuelto que se tienen para la laguna El Balsón no permiten esbozar una caracterización hidrológica del cuerpo de agua, los pocos datos obtenidos indican condiciones típicas de los cuerpos de agua tropicales mexicanos no afectados por eutroficación cultural, hecho que es refrendado por los datos correspondientes a la diversidad de especies fitoplanctónicas. Sin duda, un futuro estudio de la laguna El Balsón que evalúe las comunidades acuáticas, deberá también comprender un programa adecuado de determinaciones fisicoquímicas.

Con respecto a la transparencia medida con el disco de Secchi, es evidente que se relaciona, no sólo con la profundidad, sino también con las condiciones edáficas, que en la porción sur del cuerpo de agua llegan a ser pronunciadamente afectadas por la erosión de las riberas. Los datos de oxígeno disuelto fueron relativamente altos y representan un ligero indicador de las condiciones prevalecientes en esa temporada lluviosa y con vientos, que proporcionan a nivel de superficie una oxigenación alta del agua.

El pH, que en todas las ocasiones se presentó ligeramente básico, es prueba de que las aguas procedentes de la cercana zona cárstica del cerro Tortuguero, ejerce cierta influencia sobre la dinámica de los procesos orgánicos que tienen lugar en la laguna.

Por otra parte, de la mayor importancia para la comprensión de la hidrología y el comportamiento de la biota local, es el proceso cíclico de mezclado producido por la entrada de las aguas de los afluentes en temporadas de lluvia, pues además de transportar una carga de nutrientes importantes, crea turbulencia hidráulica que cambia drásticamente las condiciones prevalecientes de las temporadas de sequía. Es obvio que esta compleja dinámica hídrica sólo podrá entenderse a cabalidad si se cuenta con datos continuos de este cuerpo de agua, especialmente respecto a los parámetros fisicoquímicos como hidrológicos.

9.3 RIQUEZA DE ESPECIES

Una tendencia generalizada fue encontrar que las estaciones ubicadas en la zona más profunda de la laguna presentaron los valores más altos de riqueza, mientras que las estaciones con menores profundidades dieron valores bajos de riqueza específica.

Coincidentes con los señalamientos de Margalef (1983), en el sentido de que existen asociadas muchas formas taxonómicas próximas en agua dulce, los hallazgos sobre la riqueza de especies dentro de determinados géneros en el área de estudio se corresponde con la idea de que este fenómeno es general para los cuerpos de agua dulce de diferentes partes del mundo. En este sentido, dicho autor menciona, respecto a la esquizotipia, que "considerarlo como algo anormal es consecuencia de la gran influencia que han tenido dos dogmas durante estas últimas décadas: la creencia de que la formación de especies normalmente se hace por aislamiento geográfico (alopátrica) y la creencia que formas taxonómicas y ecológicamente afines, deben excluirse mutuamente por competencia. Para el limnólogo medio ni una ni otra de ambas hipótesis se justifica". La presencia conjunta de varias especies emparentadas, en un mismo punto de muestreo, fue notablemente común durante todo el período que duró esta investigación, inclusive en temporadas en que las condiciones hidrológicas podían permitir una fuerte homogeneidad fisicoquímica del medio. Este fenómeno se relaciona con el viejo problema que se ha dado en llamar "la paradoja del fitoplancton", misma que fuera planteada por Hutchinson desde 1961, y que a la fecha atrae a un gran número de limnólogos, los cuales han propuesto varias hipótesis para explicar dicho fenómeno (Kalff y Knoechel, 1978; Reynolds, 1984; Sommer, 1984; Grover, 1990; Interlandi y Kilham, 2001).

Al respecto, el hallazgo de diferentes especies de un mismo género en una misma muestra de agua, en condiciones hidrológicas bastante estables desde el punto de vista fisicoquímico, hace considerar la posibilidad de que los requerimientos ambientales para el crecimiento de las poblaciones fitoplanctónicas sean mucho menos sutiles de lo que generalmente se ha supuesto. Como se verá en el apartado correspondiente, la información acerca de la floración de dinoflagelados (*Peridinium* sp.) en el mes de mayo de 2003 en la laguna El Balsón, permitió corroborar que a pesar del crecimiento desmesurado de dicha especie, el patrón de concurrencia de especies muy

emparentadas entre sí (*Scenedesmus* spp., *Euglena* spp., *Trachelomonas* spp., *Tetraedron* spp. y *Ankistrodesmus* spp.) siguió manteniéndose en el espacio.

9.4 ABUNDANCIA

Los datos de abundancias absoluta y relativa del fitoplancton mostraron una correlación directa con las temporadas de sequía e inundación, las cuales afectan la cobertura arbórea y herbácea riparia y la cobertura de la vegetación acuática. Durante el muestreo de agosto de 2002, llevado a cabo después varios días de precipitación pluvial importante (Osorio-Sánchez, 2004), se presentaron valores de densidad relativamente bajos, abarcando desde un mínimo de 2868 org/mL hasta un máximo de 5238 org/mL. Al contrario, en el muestreo de mayo de 2003, con ausencia de lluvias por un período mayor a los dos meses, la densidad fitoplanctónica total fue desde 5029 org/mL hasta 14263 org/mL. Con las crecientes, las plantas terrestres herbáceas quedan bajo agua, siendo atacadas por bacterias y hongos que descomponen los tejidos vegetales (Anexo A Fotografías 11 y 12), y provocan la desintegración orgánica en compuestos básicos, algunos de los cuales pueden ser, o inhibidores o estimuladores del crecimiento de otros organismos, entre ellos varias especies de algas fitoplanctónicas. Llaudó (1998) señala que uno de los modos de difusión de sustancias vegetales que afectan a otros seres vivos puede ser a partir de la descomposición de restos vegetales, los cuales pueden llegar incluso a modificar la pauta química del suelo respecto a compuestos fenólicos, pudiéndose citar como ejemplo las plantas herbáceas de praderas *Senecio jacobea* y *Lolium perenne*. La primera, aunque mediante el lavado de tallos y raíces afectaba poco la integridad de la segunda, sí podía hacerlo de manera pronunciada cuando dicha acción era ejercida por materia descompuesta de aquella.

Por otra parte, la abundancia del fitoplancton, y por lo tanto también su composición, pueden verse afectadas por la producción de materia orgánica procedente de la vegetación riparia arbórea, tanto en forma de hojarasca, flores, frutos, polen, etc. Este factor, a diferencia de las temporadas lluviosas, cobra mayor importancia en las temporadas secas, que es cuando ocurre con mayor frecuencia la caída de las partes vegetales al cuerpo de agua.

Por lo tanto, la susceptibilidad de las especies particulares del fitoplancton, o la totalidad del mismo, puede relacionarse estrechamente con los siguientes factores:

a) disponibilidad de **nutrientes** de origen mineral y orgánico producidos por:

- aporte de restos vegetales autóctonos de procedencia arbórea, especialmente en forma de hojarasca, frutos, flores, polen, etc., lo cual se relaciona con los ciclos periódicos de las distintas especies, entre las que algunas son caducifolias;
- aporte de restos vegetales autóctonos de procedencia herbácea, lo cual se relaciona con las temporadas de inundación que producen sumersión de dichas plantas y su posterior descomposición;
- aporte de minerales autóctonos, procedentes de zonas edáficas erosionadas;
- aporte de materia mineral y orgánica alóctona, transportados desde otras áreas a través de afluentes permanentes y temporales;

b) exposición de las poblaciones fitoplanctónicas a determinados productos vegetales y minerales que pueden actuar como **biostáticos** o **antibióticos**, que pueden afectar diferencialmente a las distintas especies.

La importancia de los nutrientes naturales ha sido demostrada tanto en campo como en laboratorio por un buen número de investigadores (Bentley, 1958; Droop, 1973; Wetzel, 1981; Margalef, 1983), por lo que se da por obvio en lo que se refiere al caso de la laguna El Balsón. Por otra parte, el papel que juegan determinados productos vegetales y minerales como biostáticos y/o antibióticos, ha sido más difícil de dilucidar, especialmente en ambientes tropicales de agua dulce. Sin embargo, evidencias indirectas parecen sugerir que este factor podría ser más importante de lo que generalmente se ha considerado. Por ejemplo, una de las especies riparias arbóreas más abundantes en las riberas de la laguna El Balsón es *Lonchocarpus hondurensis* (Bote-Sánchez, 2004; Brambilla-Hernández, en prep..), una leguminosa faboidea reconocida por su alto contenido de rotenona (Gilly y Hernández, 1945), una sustancia de comprobada acción antibiótica del plancton (Hoffman y Olive, 1961). La creencia común de algunos pescadores y campesinos, en el sentido de que las temporadas de inundaciones conlleva la descomposición de plantas que actúan como biocidas de peces y otros organismos, lo cual se hace

realidad entre los habitantes locales mediante la aplicación del barbasco (*Dioscorea compositae*) con fines pesqueros, parece dar apoyo a esta hipótesis.

La producción de materia orgánica por la vegetación riparia se relaciona, por lo tanto, con el fenómeno de las sustancias alelopáticas, es decir con productos químicos que afectan la integridad biológica de otros organismos. Diversas investigaciones han contribuído al conocimiento de los factores y mecanismos que tienen participación en dicho fenómeno (Llaudó, 1998 hace una revisión de dichas investigaciones), y por las cuales hoy se sabe que muchas plantas son capaces de producir sustancias que inhiben el desarrollo de microorganismos cercanos a las plantas que producen las sustancias alelopáticas.

Evolutivamente, las sustancias alelopáticas han surgido como medios de defensa de las plantas contra organismos diversos, desde microorganismos (virus, bacterias y hongos), hasta organismos superiores (helmintos, insectos, aves, mamíferos, etc). Sin embargo, su liberación al ambiente circundante puede afectar a organismos de un medio ajeno al terrestre, como ocurre con los habitantes del medio acuático, entre los que se encuentran los organismos del fitoplancton. Cabe destacar que la producción de sustancias alelopáticas actúan en una variedad muy amplia de formas, por lo que también hay que tomar en consideración que no sólo pueden presentarse efectos negativos para todos los organismos acuáticos, sino que también algunas de esas sustancias pueden ser de efectos positivos para otras especies, sea a través de inhibir el crecimiento de depredadores o parásitos, o bien a través de la incorporación de dichas sustancias como metabolitos o nutrientes. En esta gama tan amplia de posibilidades se encuentra el fitoplancton de lagunas como El Balsón, donde sus riberas se encuentran pobladas de muchas plantas riparias que son conocidas como grandes productoras de alelosustancias, como es el caso antes señalado del gusano de río (*Lonchocarpus hondurensis*).

Otras especies comunes en la laguna El Balsón, tales como el chelele (*Inga vera*) y el zapote de agua (*Pachira aquatica*) son productoras de abundante materia orgánica que tiene como destino final el cuerpo de agua, por lo que su papel como generadores de alelosustancias relacionadas con el fitoplancton es un tema que debe ser considerado como de interés cientifico prioritario para el mejor conocimiento de este cuerpo de agua, pero que ha estado fuera de los alcances de esta tesis. No obstante, algunos indicios de la importancia de la materia orgánica producida por la vegetación riparia respecto al fitoplancton

local pudieron percibirse a lo largo de este estudio, especialmente durante el conteo de los organismos fitoplanctónicos, pues varias de las muestras observadas presentaban gran cantidad de restos orgánicos en forma de tejidos vegetales, así como granos de polen y fragmentos de flores y frutos en descomposición, a los que a menudo se les encontraba colonizados por bacterias, hongos, protozoarios y varias especies de algas, tanto euplanctónicas como ticoplanctónicas. Además, frecuentemente se encontraba que esos restos vegetales funcionaban como sustrato para especies francamente perifíticas o bentónicas, pues presentaban organismos sésiles (por ejemplo *Epystilis* spp., *Vorticella* spp., *Pyxicola* sp.) y flagelados y ciliados móviles (*Bodo* sp., *Litonotus fasciola*, *Dileptus anser*, *Chilodonella* sp., *Cyclidium glaucoma*, *Halteria grandinella*, etc).

9.5 DOMINANCIA

Los patrones que presentan todas las gráficas especies-abundancias muestran curvas suavizadas indicadoras de poca dominancia por parte de una o escasas especies, con excepción del florecimiento de primavera (25/05/2003), lo cual se confirma a través de los datos de dominancia porcentual, mismos que nunca excedieron del 19 % del total de la abundancia absoluta. Es notorio que la ocasión en que las condiciones tróficas del sistema fueron traslocadas por el vertido excesivo de materia orgánica procedente del desmonte de la cobertura riparia de la ribera occidental fue la única vez que los valores de abundancia relativa de las especies señaladas mostraron números excesivamente altos. Asimismo es de destacar que inclusive en las temporadas inmediatas al enriquecimiento anual por materia orgánica procedente de la descomposición de la vegetación herbácea, los patrones de abundancia relativa se hayan mantenido dentro de rangos similares, proporcionales entre sí, a pesar de que la riqueza de especie se vió incrementada por la presencia de especies raras no registradas anteriormente.

9.6 DIVERSIDAD DE ESPECIES

En el primer muestreo, el valor más bajo del índice de diversidad de Shannon (2.84 bits/organismo) correspondió a la estación 8, la cual también mostró severos problemas de erosión edáfica y de desmonte ocasionados por la ganadería local (Anexo A, Fotografía 9). En este aspecto, esta zona y las

riberas de los extremos sur y norte de la laguna eran los sitios con mayor grado de alteración edáfica y de deforestación del cuerpo de agua en estudio.

El índice de Simpson, que como se recordará se basa en el cálculo de la probabilidad de encontrar un individuo de determinada especie, tuvo su valor correspondiente a una menor diversidad en la misma estación 8, por lo que se puede hacer la misma afirmación que anteriormente se expuso para los datos del índice de Shannon. No hay que olvidar que las condiciones tróficas de un ecosistema se han asociado con valores de diversidad muy bajos, lo cual no se presentó en el caso de la laguna El Balsón durante todo el tiempo que duró la investigación.

Como muestran los valores de diversidad de especies, esta característica de la comunidad fitoplanctónica de la laguna El Balsón aparece directamente relacionada con los períodos de lluvia y de sequía, correspondiendo al primero los valores más altos (3.5 bits/organismo) y al segundo los valores más bajos (2.2 bits/organismo). Posiblemente esta relación se deba a que los períodos de lluvia conllevan un aumento significativo de la turbulencia del agua, lo cual ocasiona un fuerte mezclado hídrico y la posibilidad de que algunas especies habitualmente perifíticas y/o bentónicas sean transportadas hacia las aguas pelágicas, hecho que Margalef (1983) ha planteado al referirse a la relación de la diversidad con otros factores, exponiendo que "la diversidad muestra correlación positiva con la temperatura, concentración de nutrientes y profundidad del lago, y negativa con su extensión superficial, probablemente porque en los lagos grandes es menor la mezcla de especies accidentales procedentes del litoral". Por otra parte, Wetzel (1981) opina que "aunque son escasas las pruebas de que las poblaciones de algas bentónicas de la zona litoral funcionan a modo de <<semillas>> inoculadoras para ciertas especies fitoplanctónicas, cuando esto ocurre, se ve aumentada la diversidad del fitoplancton. Este tipo de expansión oportunista hacia la zona pelágica, ciertamente es más común en aguas poco profundas, con un extenso desarrollo litoral".

Al respecto, en la laguna El Balsón, durante la temporada lluviosa fue común encontrar especies ticoplanctónicas en una proporción mayor que en la temporada de estiaje. Por ejemplo, mientras que en mayo de 2003 sólo se registró a *Amphora ovalis* como ticoplanctónica en la estación 16, para noviembre de 2003 fueron seis las especies identificadas como accidentales

(*Hantzschia amphioxys*, *Achnanthes hustedtii*, *Cymbella turgida*, *Eunotia pectinalis* var. *minor*, *Frustulia rhomboides* y *Gomphonema subclavatum*) en esa misma estación.

Otros factores que mostraron relación directa con la diversidad de especies durante las temporadas lluviosas fueron la cobertura de vegetación acuática y la extensión de zonas de alteración edáfica o de cobertura herbácea. Es notorio que en todos los muestreos de esas temporadas la diversidad de especies presentara valores más altos en las estaciones próximas a los frentes de jacinto acuático, mismos que actuaban como barreras al caudal superficial, actuando estas como diques que retenían gran cantidad de detritus vegetal arrastrado por la corriente. Este hecho, como se dijo en el apartado anterior, fue comprobable incluso al momento de conteo, ya que al microscopio se detectaba gran cantidad de tejidos vegetales en descomposición, los cuales en gran proporción estaban colonizados por bacterias, hongos, algas y protozoarios.

Sin embargo, también se comprobó que el jacinto acuático actuaba como filtro efectivo para muchas formas fitoplanctónicas, pues en las estaciones ubicadas posteriormente al frente de la corriente, los valores de diversidad bajaban significativamente respecto a los obtenidos cerca del borde frontal anterior de la masa de vegetación acuática. Como ejemplo puede darse el dato de diversidad obtenido en la estación 3 (ubicada antes de una barrera de jacinto acuático) durante el muestreo de noviembre de 2003, el cual fue de 3.41 bits / organismo, mientras que en la estación 7, ubicada después del filtro de jacinto acuático, se registró un valor de 2.57 bits / organismo.

Asimismo, los datos obtenidos mediante las fórmulas de los índices de diversidad de Shannon y de Simpson mostraron que las estaciones muy próximas a áreas denudadas de vegetación riparia, principalmente herbácea o arbustiva, y en las que se presentaban superficies muy erosionadas y expuestas (proximidades de las estaciones 2, 8 y 18) tuvieron bajas diversidades de especies a lo largo del año (2.80 bits / organismo en promedio).

9.7 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS COMO REGULADORAS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA.

La dinámica del fitoplancton, al igual que la de todas las demás comunidades que componen este ecosistema, están estrechamente relacionadas con las actividades antrópicas que se realizan en el área, por lo

que se ha considerado de capital importancia reseñar las modalidades que adquieren dichos factores en la zona.

La actividad antrópica con mayor influencia sobre el ecosistema en el área de la laguna El Balsón es, sin duda, la ganadería (Anexo A, Fotografía 9). Esta es responsable de la drástica alteración que ha sufrido la vegetación en las últimas décadas en la zona, pues la ampliación de la superficie dedicada a dicha actividad se ha ido incrementando pronunciadamente. En este mismo trabajo, antes se ha señalado la comprobación y documentación fotográfica (Anexo A, Fotografías 5 y 6) del proceso de desmonte de la vegetación riparia con la finalidad de crear zonas de sombreado y de acceso al cuerpo de agua para el ganado vacuno y caballar, por parte de los propietarios de los ranchos aledaños a la laguna, pero además hay también constancia del papel que juegan los hatos ganaderos locales en los procesos de erosión edáfica, disposición de materia orgánica de desecho, remoción de sedimentos, etc., respecto a la dinámica natural de este cuerpo de agua.

Relacionado con esta actividad económica, los propietarios de los terrenos locales han realizado obras hidráulicas en ambos extremos del cuerpo de agua con la finalidad de contar con bebederos accesibles al ganado, implicando las siguientes acciones:

a) reencauzamiento de efluentes y afluentes mediante trazados rectilíneos, completamente ajenos a los cauces meándricos originales;

b) dragado de sedimentos y ampliación de los canales principales de afluencia, que han incrementado la tasa de azolvamiento en el cuerpo lacustre principal;

c) consecuente facilidad de acceso al cuerpo lagunar para especies exóticas que se han convertido en los últimos años en drásticos factores de alteración ambiental, como son el jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) y al menos dos especies de peces (*Oreochromis* sp. y otro no identificado).

El jacinto acuático, en los últimos años (2000-2005), ha proliferado excesivamente en el cuerpo de agua al grado de obturar tramos de más de 200 metros. La introducción de esta especie a la laguna, parece relacionada con la reestructuración del afluente suroriental y con la actitud de algunos vecinos del lugar que han optado por desbrozar esta maleza acuática mediante cortes a machete, lo cual no ha hecho más que acrecentar la capacidad de reproducción de esta planta a partir de los fragmentos de los tallos y estolones que dan origen vegetativamente a hijuelos. Uno de los autores de esta tesis (JJOS), en

una serie de visitas realizadas al área de estudio en los años 1992-1998, constató que la planta acuática dominante en algunos puntos de la laguna El Balsón era la lechuga acuática (*Pistia stratiotes*) y que el jacinto acuático estaba completamente ausente en el cuerpo lagunar.

Por otra parte, como ha ocurrido en la gran mayoría de los cuerpos de agua estatales, al menos dos especies de peces, la tilapia o carpa (*Oreochromis* sp.) y otro denominado "rompe-redes" o "pez diablo", se han convertido en fuertes competidores de los peces nativos de la laguna El Balsón. En una serie de capturas realizadas por Acosta (com. pers.) en los años 2003-2005, no sólo se comprobó la dominancia de estas especies, sino la escasez de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) y de tenguayaca (*Petenia splendida*), dos de las especies más importantes económicamente en la región. Si se considera la interrelación trófica existente entre organismos nectónicos, zooplanctónicos y fitoplanctónicos, entre otros, puede comprenderse la importancia que reviste la introducción de estas especies ícticas a la laguna estudiada. Aunado a este problema, la captura indiscriminada de peces nativos en este cuerpo de agua en las últimas décadas, especialmente con utilización de redes agalleras de gran tamaño, ha producido una dramática disminución de la producción en la actualidad.

Asimismo, aunque la problemática ambiental actual de la laguna tiene como causas principales las actividades ganaderas y pesqueras, no debe soslayarse el hecho de que esta zona ha recibido la influencia humana desde tiempos prehispánicos, como lo han demostrado los trabajos de Santamaría (1933) y de Hernández-Pons (1983), en los que se describe un asentamiento maya relativamente importante ubicado a cuatro kilómetros al noreste de la laguna. De igual manera, los hallazgos de monumentos y artefactos líticos y de cerámica, a menos de un kilómetro al oriente del cuerpo de agua, descritos por los citados autores, parecen apoyar la hipótesis de cierta influencia antrópica en la zona desde épocas prehispánicas. Al respecto, desde los primeros análisis de la cartografía topográfica y de las fotografías aéreas de la zona, el ramal norte de la laguna El Balsón llamó la atención de los autores de esta tesis en razón de presentar una forma rectilínea (formando un ángulo de noventa grados con el cuerpo principal lagunar), sin rastro de algún canal antiguo. Entonces se planteó la posibilidad de que éste ramal pudiese ser artificial, pero no de reciente creación, dado que algunos de los habitantes de la ranchería

Guadalupe Victoria, con avanzadas edades (más de ochenta años), aseguraban que tal segmento lagunar desde tiempos de sus antecesores inmediatos había existido. Durante la medición de los parámetros morfométricos en campo, otras evidencias parecieron apoyar la hipótesis del origen antrópico de este ramal, como fueron la consistencia del fondo, la regularidad en la anchura y la profundidad, y la pendiente de las riberas. La comprobación de esta hipótesis requerirá que en el futuro se realicen expediciones subacuáticas en el sitio, con la finalidad de hallar evidencias arqueológicas de este supuesto.

Cabe aclarar que este ramal de la laguna El Balsón no fue incluido en la investigación de la abundancia y distribución fitoplanctónicas debido a que una parte del mismo, hacia el norte estaba cubierta por jacinto acuático desde el inicio de los muestreos.

10. CONCLUSIONES

Con base en el análisis de la información obtenida en el presente estudio se pueden plantear las siguientes conclusiones:

1) La laguna El Balsón, en el municipio de Macuspana, Tabasco, es una laguna periférica originada por el cambio de cauce del río Puxcatán, la cual presenta al menos dos diferentes subcuencas formadas en etapas distintas;
2) La alta diversidad de especies del fitoplancton de la laguna El Balsón está asociada con los cambios hidrológicos provocados por la alternancia de las temporadas lluviosa y seca, que ocasionan un consecuente período de mezclado, eutroficación natural y estabilización hidrológica, que (a diferencia de otros cuerpos de agua locales) ocurre en un sentido longitudinal y unidireccional que provoca zonación a lo largo del cuerpo de agua, con la aparición de nuevos nichos susceptibles de ser explotados por distintas especies;
3) En términos generales es posible pronosticar la aparición de floraciones (blooms) algales cuando las condiciones ambientales se presentan en una secuencia determinada (temporada lluviosa-temporada estival inmediatas), debido a que el enriquecimiento trófico del cuerpo de agua ocasionado por el aporte de materiales exógenos por las aguas de escurrimiento, es seguido por la estabilidad térmica, química y biótica que dá origen a la explotación de nichos estables por parte de algunas especies oportunistas. Estas floraciones pueden llegar a fases críticas en casos en que el vertido de materia orgánica a la laguna ocurre como consecuencia de actividades antrópicas, tales como el severo desmonte registrado en el mes de mayo de 2003;
4) La riqueza y abundancia de especies del fitoplancton en la laguna El Balsón se asocian directamente con la eutroficación natural del cuerpo de agua a lo largo del año, provocada a su vez por cambios climáticos, limnomorfométricos, bióticos o por causas de origen antrópico (tales como la ganadería, la agricultura o la pesca), pero determinadas condiciones, como la proximidad de vegetación macrófita y el régimen climático pueden alterar el patrón de diversidad de especies fitoplanctónicas;

5) Algunos factores ambientales, entre los cuales los más importantes son la vegetación macrófita y riparia, y el régimen hidráulico, pueden gobernar de manera decisiva la dinámica del fitoplancton, su composición y abundancia, por lo cual es necesario considerar que cambios severos de dichos factores puede llevar a alteraciones en cadena del patrón trófico natural de estos cuerpos de agua, especialmente si se tiene presente que el fitoplancton es una de las bases de la red trófica de las aguas lacustre, de las que dependen otros componentes bióticos, tales como las comunidades del zooplancton, el bentos y el necton.

6) Se obtuvo evidencia de que las características hidráulicas, geomórficas y geográficas de los canales que funcionan como afluentes y efluentes desempeñan un papel decisivo en la dinámica de la comunidad fitoplanctónica de la laguna El Balsón, pues son los que regulan en primera instancia la entrada de nutrientes exógenos al ecosistema, además de ser vías importantes de transporte de nutrientes endógenos Y de conducir los caudales importantes en temporadas lluviosas.

7) Muchos factores ambientales (morfológicos, físicos, químicos y bióticos) se relacionan con determinados aspectos de la estructura y dinámica del fitoplancton, pero recíprocamente, cambios en la abundancia, distribución y composición del fitoplancton y de otras comunidades del medio, se relacionan con determinados patrones bióticos y abióticos del ecosistema, por lo que es importante comprender las interrelaciones existentes entre los diferentes componentes del ambiente en estudio. Una comprensión cabal de la estructura y dinámica del fitoplancton, por lo tanto, debe tomar en cuenta la gama de relaciones ecológicas existentes entre vegetación riparia, suelos de la cuenca, modalidades y efectos de las actividades antrópicas, regimen climático, etc., con respecto a esta comunidad, que forma la base de la estructura trófica del ecosistema lacustre.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORES-CELORIO, M. L. 1969. **Contribución al conocimiento de los protozoarios phytomastigóforos de la laguna Zempoala, Estado de Morelos**. Tesis Profes. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 46 págs.

APHA, 1981. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 15a. ed. American Public Health Association. Washington, D. C. XLVII + 1134 págs.

BARBOSA, F. A. R.; A. B. RYLANDS y S. J. OLIVEIRA, 1993. Drastic decrease in algal diversity caused by human impact on an urban lake in South-east Brazil. ***Verh. Internat. Verein. Limnol.,*** 25: 939-941.

BENTLEY, J. A., Role of plant hormones in algal metabolism and ecology. ***Nature,*** 181: 1499-1502.

BOLD, H. C. y M. J. WYNNE, 1985. **Introduction to the Algae: Structure and reproduction**. 2a. ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N. J. xvi + 720 págs.

BOTE SÁNCHEZ, MIRIAM DEL SOCORRO, 2004. **Análisis comparativo de dos índices de calidad riparia en una laguna de origen fluvial de Tabasco**. Tesis Licenciatura en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. x + 85 págs. + anexos.

BOURRELLY, P., 1968. **Les Algues d´eau douce. Initiation a la Systématique. Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Péophycées, Xanthophycées et Diatomées**. Tomo II. Editions N. Boubée & Cie. Paris. 438 págs.

BOURRELLY, P., 1970. **Les Algues d´eau douce. Initiation a la Systématique. Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines**. Tomo III. Editions N. Boubée & Cie. Paris. 512 págs.

BOURRELLY, P., 1972. Les Algues d'eau douce. Initiation a la Systématique. Les Algues vertes. Tomo I. 2a. ed. Editions N. Boubée & Cie. Paris. 572 págs.

BRAMBILLA HERNÁNDEZ, LETICIA, (en prep.). Diversidad de especies arbóreas del área de la laguna El Balsón, Tabasco, México. Tesis Licenciatura en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab.

BRAVO-HOLLIS, H., 1937. Observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle del Mezquital, Hidalgo. ***An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, 8:*** 3-82.

CAMPOS, HUGO, 1984. Limnological study of Araucanian lakes (Chile). ***Verh. Internat. Verein. Limnol.,*** 22: 1319-1327.

CAO, Y.; D. D. WILLIAMS y N. E. WILLIAMS, 1998. How important are rare species in aquatic community ecology and bioassessment? ***Limnol. and Oceanog.,*** 43(7): 1403-1409.

CARDOSO, MARÍA DOLORES, 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 99 págs.

CARRICK, H. J. y C. L. SCHELSKE, 1997. Have we overlooked the importance of small phytoplankton in productive waters? ***Limnol. and Oceanog.,*** 42(7): 1613-1621.

COLE, GERALD A., 1988. Manual de Limnología. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. XII + 405 págs.

CONFORTI, VISITACIÓN T. D., 1979. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). V. ***Physis***, secc. B., 38 (95): 11-19.

CONFORTI, VISITACIÓN T. D., 1980. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). VI. ***Physis***, secc. B., 39 (96): 1-8.

CONFORTI, VISITACIÓN T. D., 1981a. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). VII. ***Physis***, secc. B., 39 (97): 11-19.

CONFORTI, VISITACIÓN T. D., 1981b. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). IX. ***Physis***, secc. B., 40 (98): 77-83.

CONFORTI, VISITACIÓN T. D., 1986a. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). X. ***Physis***, secc. B., 44 (106): 7-12.

CONFORTI, VISITACIÓN T. D., 1986b. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). XI. ***Physis***, secc. B., 44 (106): 13-18.

CONFORTI, VISITACIÓN, 1998. Estudio taxonómico y ultraestructural de Euglenophyta no loricadas del Nordeste Argentino. ***Iheringia***, Sér. Bot., Porto Alegre, 50: 49-66.

CONFORTI, V. y G. TELL, 1983. Disposición de las Bandas y Estrías de la cutícula de *Lepocinclis salina* Fritsch, (Euglenophyta) observadas en M. E. B. ***Nova Hedwigia***. Band XXXVIII. Braunschweig. J. Cramer. Pp. 165-168.

CONFORTI, VISITACIÓN y ALEJANDRA NUDELMAN, 1994. Ultraestructure of the lorica of *Trachelomonas* Ehr. from the Colombian Amazonia. ***Rev. Hydrobiol. Trop.***, 27(4): 301-314.

CONFORTI, VISITACIÓN y ALEJANDRA NUDELMAN, 1997. *Trachelomonas argentinensis* (Euglenophyta) Nov. Comb. ***Bol. Soc. Argent. Bot.***, 33 (1-2): 17-22.

CONFORTI, VISITACIÓN y LAURA RUIZ, 2000. Morphological study of the lorica of *Trachelomonas spirillifera* Schkorbatov. ***Algological Studies***, 98: 109-118.

CONTRERAS V., HUGO, 1958. Resumen de la geología de la parte media del estado de Tabasco y del norte del Estado de Chiapas. ***Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.,*** X(3-4): 103-210.

CURTIS, H. y N. S. BARNES, 1999. **Biología**. Editorial Médica Panamericana. México. XXVI + 1496 págs.

DAVID, A. SIEGEL, 1998. Resource competition in a discrete environment: Why are plankton distributions paradoxical? ***Limnol. and Oceanog.,*** 43(6): 1133-1146

DAVIS, CHARLES C., 1964. Evidence for the eutrophication of Lake Erie from phytoplankton records. ***Limnol. and Oceanog***., 9(3): 275-283.

DEL AGUILA, BERNARDO, 1945. **Tabasco. El medio físico**. Gobierno Constitucional de Tabasco. México. 77 págs.

DOOLITLE, W. FORD, 2000. Nuevo árbol de la vida. ***Investigación y Ciencia,*** 283: 26-32.

DROOP, M. R.,1973. Some thoughts on nutrient limitation in algae. ***Jour. Phycol.,*** 9: 264-272.

ECKBLAD, J. W., 1978. **Laboratory manual of aquatic biology**. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. viii + 231 págs.

ELORANTA, P., 1976. Species diversity in the phytoplankton of some Finnish lakes. ***Ann. Bot. Fennici,*** 13: 42-48.

ESTRADA, M., 1978. Estudios sobre poblaciones de algas sometidas a gradientes continuos en la concentración de nutrientes. ***Oecol. aquatica*** (Barcelona), 3: 133-151.

ETTL, H.; J. GERLOFF; H. HEYNIG y D. MOLLENHAUER (Edit.), 1983. **Chlorophyta I. Phytomonadina**. Süsswasserflora von Mitteleuropa. Vol. 9. Fischer. Stuttgart. 807 págs. 1120 figs.

ETTL, H.; J. GERLOFF; H. HEYNIG y D. MOLLENHAUER (Edit.), 1998. **Cyanoprokaryota: Chroococcales**. Süsswasserflora von Mitteleuropa. Vol. 19: 1. Fischer. Stuttgart. 800 págs. 164 figs.

FEE, E. J., 1976. The vertical and seasonal distribution of chlorophyll in lakes of the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario: Implications for primary production estimates. ***Limnol. and Oceanog.,*** 21: 767-783.

FEE, E. J., 1978. Studies of hypolimnion chlorophyll peaks in the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario. ***Can. Fish. Mar. Serv.,***Tech. Rep. 752.

FLORES TENA, FRANCISCO JOSE y JORGE MARTÍNEZ MARTÍNEZ, 1984 a. **Estudio limnológico de la Presa Media Luna**. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguasc. 19 págs. Mimeogr.

FLORES TENA, FRANCISCO JOSE y JORGE MARTÍNEZ MARTÍNEZ, 1984 b. **Estudio limnológico de la Presa El Saucillo**. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguasc. 28 págs. Mimeogr.

FLORES TENA, FRANCISCO JOSE y JORGE MARTÍNEZ MARTÍNEZ, 1984 c. **Estudio limnológico de la Presa "El Niágara"**. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguasc. 31 págs. 10 figs. Mimeogr.

FRANCO LOPEZ, J. ET AL, 1985. **Manual de ecología**. Editorial trillas. México. 266 págs.

GARCÍA, ENRIQUETA, 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a. ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 págs.

GESSNER, FRITZ y FEDERICO PANNIER. 1958. Influence of oxygen tension on respiration of phytoplankton. ***Limnol. and Oceanog., 3***(4): 478

GILLY, C. L. y E. HERNÁNDEZ X., 1945. Las especies de Lonchocarpus en México. Lista preliminar. ***Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.,*** VI(1-2): 107-118.

GONZÁLEZ, PEDRO A., 1946. Los Ríos de Tabasco. Contribución de Tabasco a la Cultura nacional. 8. Gobierno Constitucional de Tabasco. México. 140 págs.

GONZÁLEZ DE INFANTE, A., 1988. El plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D. C. 125 págs.

GROSSMAN, DANIEL, 2004. Pérdida de sincronía en los ecosistemas. ***Sci. Am. Latinoamérica,*** 2(20): 68-76.

GROVER, J. P., 1990. Resource competition in a variable environment: phytoplankton growing according to Monod's model. ***Amer. Nat., 136***: 772-789.

HALLEGRAEFF, G. M. y J. RINGELBER, 1978. Characterization of species diversity of phytoplancton assemblages by dominance-diversity curves. ***Verh. Intern. Verein Limnol.***, 20: 939-949.

HEGEWALD, EBERHARD y PAUL C. SILVA, 1988. Annotated Catalogue of *Scenedesmus* and nomenclaturally related genera, including original descriptions and figures. Bibliotheca Phycologica. J. Cramer. Vol. 80. XII. 586 págs. 900 figs.

HERNÁNDEZ PONS, ELSA C., 1984. Investigaciones arqueológicas en el Valle del Río Tulijá, Tabasco-Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Filológicas. Centro de Estudios Mayas. Proyecto Tierras Bajas Noroccidentales. Vol. III. México. 132 págs. + ilust.

HOFFMAN, DALE A., AND JOHN R. OLIVE, 1961. The effects of rotenone and toxaphene upon plankton of two Colorado reservoirs . ***Limnol. and Oceanog.,*** 6(2): 219-221

HOOKER, E. L.; N. CHOW y R. SAAVEDRA, 1993. Phytoplankton biomass and primary productivity of Lake Masaya (Nicaragua). ***Verh. Internat. Verein. Limnol.,*** 25: 897.

HUISMAN J.; R. R. JONKER; C. ZONNEVELD y F. J. WEISSING, 1999. Competition for light between phytoplankton species: experimental tests of mechanistic theory. ***Ecology,*** 80: 211-222.

HURLBERT, S. H. y A. VILLALOBOS FIGUEROA, 1982. Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies. San Diego State University. San Diego.

HUTCHINSON, G. E., 1961. The paradox of the plankton. ***Amer. Nat., 95:*** 137-147.

HUTCHINSON, G. E., 1973. Eutrophication. The scientific background of a contemporary practical problem. ***Am. Sci., 61:*** 269-279.

INEGI, 1994. Carta topográfica Salto de Agua E15D22. Esc. 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags.

INTERLANDI, S. J. y S. S. KILHAM, 2001. Limiting resources and the regulation of diversity in phytoplankton communities. ***Ecology, 82(5):*** 1270-1282.

IZAGUIRRE, I. y A. VINOCUR, 1993. Typology of shallow lakes of the Salado River Basin (Argentina), based on phytoplankton communities, ***Verh. Internat. Verein. Limnol., 25:*** 942.

JAHN, T. L.; E. C. BOVEE y F. F. JAHN, 1980. **How to know the protozoa**. 2a. ed. The Pictured Key Nature series. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. xi + 279 págs.

JOO, GEA JAE y AMELIA K. WARD, 1990. Morphometric characterization of oxbow lakes along the Black Warrior River, Southeastern United States. ***Verh. Internat. Verein. Limnol., 24***: 524-531.

KALFF, J. y R. KNOECHEL, 1978. Phytoplankton and their dynamics in oligotrophic and eutrophic lakes. ***Ann. Rev. Ecol. Syst., 9***: 475-495.

KLAUSMEIER, C. A. y E. LITCHMAN, 2001. Algal games: The vertical distribution of phytoplankton in poorly mixed water column. ***Limnol. and Oceanog.,*** 46(8): 1998-2007.

KOMÁREK, J., 1995. Studies on the Cyanophytes (Cyanoprokaryotes) of Cuba. 10. New and little know Chroococcales species. ***Folia Geobotanica et Phytotaxonomica, 30:*** 81-90.

KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J., 1996. Cyanoprokaryota (Cyanobacteria) in the phytoplankton of Lake Catemaco (Veracruz, Mexico). ***Archiv für Hydrobiologie/ Algological Studies, 83:*** 403-422.

KRISTIANSEN, JORGEN y HANS PREISIG (Edit.), 2001. **Encyclopedia of Chrysophyte Genera**. Bibliotheca Phycologica. J. Cramer. Vol. 110. 260 págs. 204 figs. 4 tablas.

KREBS, CHARLES J., 1985. **Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia**. 2a. ed. Harla. México. xxxii + 753 págs.

KREBS, CHARLES J., 1989. **Ecological methodology**. Harper Collins Publishers. New York. 649 págs.

KREMBS, C.; R. JUHL y J. R. STRICKLER, 1998. The spatial information preservation method: Sampling the nanoscale spatial distribution of microorganisms. ***Limnol. and Oceanog.,*** 43(2): 298-306.

KUDO, RICHARD R., 1980. **Protozoología**. Compañía Editorial Continental. México. 905 págs.

KUTKUHN, JOSEPH H., 1958. Notes on the precision of numerical and volumetric plankton estimates from small-sample concentrates. ***Limnol. and Oceanog.,*** 3(1): 69-83.

LAURION, ISABELLE y WARWICK F. VINCENT, 1998. Cell size versus taxonomic composition as determinants of UV-sensitivity in natural phytoplankton communities. ***Limnol. and Oceanog.,*** 43(8): 1774-1779.

LEOPOLD, L. B. y W. B. LANGBEIN, 1966. River meanders. ***Sci. Amer.***, 214 (6): 60-70.

LEVIN, RALPH A., 1958. The mucilage tubes of *Amphipleura ruttlans*. ***Limnol. and Oceanog.,*** 3(1): 111-113.

LEWIS, W. M., 1977. Ecological significance of the shapes of abundance-frecuency distributions for coexisting phytoplankton species. ***Ecology,*** 58: 850-859.

LEWIS, W. M., 1978a. Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and a new measure of succession rate. ***Amer. Natur.,*** 112: 401-414.

LEWIS, W. M., 1978b. A compositional phytogeographical and elementary structural analysis of the phytoplankton in a tropical lake: Lake Lanao, Philippines. ***J. Ecol.*** 66: 213-226.

LEWIS, W. M., 1978c. Dynamics and succession of the phytoplankton in a tropical lake: Lake Lanao, Philippines. ***J. Ecol.*** 66: 849-880.

LEWIS, W. M., 1978d. Spatial distribution of the phytoplankton in a tropical lake (Lake Lanao, Philippines). ***Int. Revue ges. Hydrobiol.,*** 63: 619-635.

LINCOLN, R. J.; G. A. BOXSHALL y P. F. CLARK, 1995. **Diccionario de ecología, evolución y taxonomía**. Fondo de Cultura Económica. México. 488 págs.

LIND, OWEN T., 1985. **Handbook of common methods in limnology**. 2a. ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa, U. S. A. vii + 199 págs.

LÓPEZ-OCHOTERENA, EUCARIO y MARÍA TERESA ROURE-CANE, 1970. Lista taxonómica comentada de Protozoarios de vida libre de México. ***Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 31***: 23-68.

LUND, J. W. G. 1959.A simple counting chamber for nannoplankton. ***Limnol. and Oceanog.,*** 4(1): 57

MACKIN, J. H., 1948. Concept of the graded river. ***Geol. Soc. America Bull***., 59: 463-512.

MADEREY RASCÓN, LAURA ELENA, 1977. **El agua de escurrimiento en la República Mexicana**. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 49 págs.

MAGAÑA GARCÍA, JUAN ANTONIO, 2004. **Modelo para la predicción del caudal ecológico de la laguna El Balsón, Macuspana, Tabasco**. Tesis Profes. Licenciatura en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab.

MAGURRAN, ANNE E., 1989. **Diversidad ecológica y su medición**. Ediciones Vedrá. Barcelona. 193 págs.

MALONEY, THOMAS ET AL, 1973. Plankton. En: Weber, Cornelius I. (Edit.), **Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Waters and Effluents.** Program Element 1BA027. National Environmental Research Center. U. S. Environmental Protection Agency. Pp. 1 - 20.

MANGAS, E. I.; K. RIVAS y M. MEJÍA, 1993. The plankton community and the photosynthetic activity of a crater lake (L. Tiscapa) in Nicaragua. ***Verh. Internat. Verein. Limnol.,*** 25: 898.

MARGALEF, RAMÓN, 1969. Size of centric diatoms as an ecological indicator. ***Mitt. Internat. Verein. Limnol.***, 17: 202-210.

MARGALEF, RAMON, 1980. **Ecología**. Ediciones Omega. Barcelona. XV + 951 págs.

MARGALEF, RAMON, 1983. **Limnología**. Ediciones Omega. Barcelona.

MARTÍNEZ, JOSÉ ANTONIO y MANUEL ELÍAS GUTIÉRREZ, 1991. **Introducción a la Protozoología**. Editorial Trillas. México. 207 págs.

McNABB, CLARENCE D., 1960. Enumeration of freshwater phytoplankton concentrated on the membrane filter. ***Limnol. and Oceanog., 5***(1): 57-61.

MENDOZA GONZÁLEZ, A. C., 1973. Estudio florístico ficológico de la laguna de Victoria o de Santiago Tilapa, Estado de México. Tesis Licenc. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México. 153 págs. 8 fotog.

MOLINA E. MURGUÍA, J. F. F., 2000. Microorganismos fotosintéticos de los suelos inundables de Centla, Tabasco. ***Universidad y Ciencia,*** 15(30): 37-50.

MOLL, R. A. y E. F. STOERMER, 1982. A hypothesis relating trophic status and subsurface chlorophyll maxima of lakes. ***Arch. Hydrobiol.,*** 94: 425-440.

MOORE, J. W., 1979. Factors infkuencing the diversity, species composition and abundance of phytoplankton in twenty one artic and subartic lakes. ***Int. Rev. ges. Hydrobiol.,*** 64: 485-499.

MORENO, CLAUDIA E., 2001. **Manual de métodos para medir la biodiversidad**. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 49 págs.

MORENO RUÍZ, JOSÉ LUÍS, 2000. Fitoplancton. En: De la Lanza Espino, G.; S. Hernández Pulido y J. L. Carvajal Pérez (Comp.), **Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación**. SEMARNAP/ CNA/ Plaza y Valdés Editores/ UNAM/ Instituto de Biología. México. pp. 43 - 108.

MORENO RUIZ, JOSÉ LUÍS, 2005. Fitoplancton. Cap. 3. En: Bueno, J. ; F. Alvarez y S. Santiago (edit.). **Biodiversidad del Estado de Tabasco**. Instituto de Biología, UNAM/ CONABIO. México. pp. 33-64.

MOSS, B., 1973. Diversity in fresh-water phytoplankton. ***Am. Midland Natur.,*** 90: 341-355.

MOSTO, PATRICIA y GUILLERMO TELL, 1977. Contribución al conocimiento de las algas de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). I. ***Physis***, secc. B., ***37*** (93): 99-109.

NEILL, W. E., 1994. Spatial and temporal scaling and the organization of limnetic communities. In: Giller, P. S.; A. G. Hildrew y D. G. Raffaelli (Eds.), **Aquatic ecology. Scale, pattern and process**. Blackwell Scientific. p. 189-231.

NOTARIO AGUILAR, CARLOS HUGO, 1998. **Abundancia relativa de diatomeas y su relación con las condiciones tróficas del ecosistema acuático Laguna de las Ilusiones registrado para la estación de verano**. Tesina. Lic. en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 68 págs. 6 láms.

NOVELO MALDONADO, E., 1998. **Floras ficológicas del valle de Tehuacán, Puebla**. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 599 págs.

NUDELMAN, M A.; R. LOMBARDO y V. CONFORTI, 1998. Comparative Analysis of envelopes of *Trachelomonas argentinensis* (Euglenophyta) from different aquatic environments in South America. ***Algological Studies***, 89: 97-105.

ODUM, EUGENE P., 1996. **Ecología**. 3a. ed. Nueva Editorial Interamericana. México. XVI + 639 págs.

ORTEGA, MARTHA M., 1972. Estudio de las algas comestibles del Valle de México. ***Rev. Latinoamer. Microbiol.,*** 14: 85-97.

ORTEGA, MARTHA M., 1984. **Catálogo de algas continentales recientes de México**. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 566 págs.

ORTEGA, M. M.; J. L. GODÍNEZ; G. GARDUÑO y M. G. OLIVA, 1995. **Ficología de México. Algas continentales**. AGT Editor. México. xxii + 221 págs.

OSORIO SÁNCHEZ, J. J. ET AL., 2001. Caracterización ecológica de la laguna El Balsón, Tabasco, México. ***II Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Limnología.*** Ciudad de México, 23 - 25 de Octubre de 2002. Programa científico y Resúmenes. Versión CD-ROM.

OSORIO SÁNCHEZ, JAIME JAVIER, (inéd.). **Investigaciones ecológicas en la laguna El Balsón, municipio de Macuspana, Tabasco. Diario de campo**. Villahermosa, Tab. 165 págs. 1 mapa. 1 cuadro. 77 fotogr.

OSORIO SÁNCHEZ, J. J.; M. VADILLO CRUZ; R. LÓPEZ PÉREZ; J. A. MAGAÑA GARCÍA y J. A. ACOSTA MONTEJO, (inéd.). **Caracterización faunística del área de la laguna El Balsón, Tabasco, México.** Villahermosa, Tab. 82 págs. 1 mapa. 2 planos. 55 fotogr.

OSORIO TAFALL, B. F., 1941. Materiales para el Estudio del Microplancton del Lago de Pátzcuaro. I. Generalidades y Fitoplancton. ***An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.***, II(2-3): 331-383.

OSORIO TAFALL, B. F., 1942. Estudios sobre el plancton de México. II. El género *Trachelomonas* Ehrenberg, con descripción de nuevas especies (Euglenophyta, Euglenaceae). ***Ciencia, III***(8-9): 249-254.

PATRICK, RUTH y CHARLES W. REIMER, 1966. **The diatoms of the United States**. Vol I. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Lititz, Pennsylvania. xi + 688 págs.

PATRICK, RUTH y CHARLES W. REIMER, 1975. **The diatoms of the United States**. Vol II. Parte 1. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Lititz, Pennsylvania. ix + 213 págs.

PÉREZ REYES, R. y E. SALAS GÓMEZ, 1958. Euglenae del Valle de México. I. Algunas especies encontradas en el estanque de Chapultepec. Rev. Latinoamer. Microbiol., 1: 303-325.

PÉREZ REYES, R. y E. SALAS GÓMEZ, 1961. Protozoarios encontrados en colecciones de agua del valle de México. ***An. Esc. Nac. Cienc. Biol.,*** 10: 39-44.

PERLMAN, D. L. y G. ADELSON, 1997. **Biodiversity. Exploring values and priorities in conservation**. Blackwell Science Editorial. Malden, Massachusetts. ix + 182 págs.

PESSON, P. (Edit.), 1979. **La contaminación de las aguas continentales**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. XXXVII+335 págs.

PIELOU, E. C., 1977. **Mathematical Ecology**. John Wiley and Sons. New York. 385 pp

PRESCOTT, G. W., 1979. **How to know the freshwater algae**. 3a. ed. The Pictured Key Nature series. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. x + 293 págs

PROWE, G. A., AND J.F. TALLING, 1958. The seasonal growth and succession of plankton algae in the White Nile. ***Limnol. and Oceanog.,*** 3(2): 222.

RAMÍREZ DE GUERRERO, MARÍA AMPARO, 1970. Sistemática y morfología de algunas especies de protozoarios del estado de Puebla, México. ***Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.,*** 31: 69-94.

RAWSON, D. S. 1956. Algal indicators of trophic lake types. ***Limnol. and Oceanog.,*** 1(1): 18-25.

REYNOLDS, C. S., 1984. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge University Press. New York.

REYNOLDS, C. S., 1992. Dynamics, selection and composition of phytoplankton in relation to vertical structure in lakes. ***Ergeb. Limnol.,*** 35: 13-31.

RICHERSON, P.; R. ARMSTRONG y C. R. GOLDMAN, 1970. Contemporaneous desequilibrium, a new hypothesis to explain "the paradox of the plankton". ***Proc. Nat. Acad. Sci., 67***: 1710-1714.

RICO-FERRAT, G. y E. LÓPEZ -OCHOTERENA, 1976. Aspectos biológicos de los protozoarios de las aguas negras de la zona metropolitana de la Ciudad de México. ***Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.,*** XXXVII: 221-232.

RIOJA, E., 1940. Observaciones acerca del plancton del Lago de Pátzcuaro. ***An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México,*** 11: 417-425.

RIOJA, E., 1942. Estudios hidrobiológicos. VII. Apuntes para el estudio de la laguna de San Felipe Xochiltepec (Puebla) I. ***An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México,*** 13: 503-517.

RIOJA, E. y T. HERRERA, 1951. Ensayo ecológico sobre el limnobio de Lerma y sus alrededores. ***An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México.,*** 22: 565-591.

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, ERNESTO, 1996. Clasificación limnológica de lagunas continentales. ***Rev. Divulg. Div. Acad. Cienc. Biol., 2***: 26-33.

RODRÍGUEZ R. ERNESTO, 2002. **Las Lagunas Continentales de Tabasco**. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. XVIII + 264 págs.

ROJO, C.; E. ORTEGA-MAYAGOITIA y V. CONFORTI, 1999. Fitoplancton del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel. I. Las Euglenofitas. ***An. Jardín Bot. Madrid.***, 57(1): 15-23.

RUIZ, LAURA y VISITACION CONFORTI, 1998. Euglenofitos pigmentados del Refugio Natural Educativo Ribera Norte (San Isidro, Buenos Aires, Argentina). ***Bol. Soc. Argent. Bot.***, 33(3-4): 141-148.

SALAS, GUILLERMO P. y E. LÓPEZ-RAMOS, 1951. Geología y tectónica de la Región de Macuspana, Tabasco y parte norte de Chiapas. ***Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.,*** III(1-2): 3-56. 7 láms.

SÁMANO-BISHOP, A., 1940. Algas del Valle de México. Parte II. ***An. Inst. Biol.. Univ. Nac. Autón. México,*** 11: 41-50.

SÁMANO-BISHOP, A., 1948. Observaciones preliminares de la flora algológica de la región de Tuxtepec, Oaxaca. ***An. Inst. Biol.. Univ. Nac. Autón. México,*** 19: 317-331.

SÁMANO-BISHOP, A. y D. SOKOLOF, 1931. **La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México**. Monografía (1). Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. fasc. 1-2: 5-49.

SANTAMARÍA, FRANCISCO J., 1933. **Las ruinas occidentales del Viejo Imperio Maya (Notas de una excursión)**. Imprenta de J. I. Muñoz. Méjico. 100 págs.

SANTAMARIA, FRANCISCO J., 1978. Diccionario de mejicanismos. 3a. ed. Editorial Porrúa. México. xxiv + 1207 págs.

SANTIBÁÑEZ ESCOBAR, HÉCTOR, 1998. **Modelos de correlación aplicables a la geometría de meandros en el estado de Tabasco**. Tesis de Maestría en Ingeniería Hidráulica. División Académica de Ingeniería y Arquitectura. Unidad Chontalpa. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Cunduacán, Tab. 130 págs.

SANTOYO, H., 1972. **Variación estacional del fitoplancton y la hidrología en la laguna de Yavaros, Sonora.** Tesis Profes. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 71 págs.

SCAHOP, 1982. **Situación actual del ecosistema de la Laguna de las Ilusiones**. Dirección de Protección y Mejoramiento del Medio Ecológico. Gobierno del Estado de Tabasco. 32 págs. mimeograf.

SCAOP, 1984. ***Plan Maestro. Laguna de las Ilusiones***. Secretaría de Comunicaciones, Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tab. 145 págs.

SCHWOERBEL, JÜRGEN, 1975. **Métodos de hidrobiología**. H. Blume Ediciones. Madrid. XVI + 262 págs.

SEDESPA, 1997. **Carta geográfica. Municipio de Macuspana**. Dirección de Planeación. Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tab.

SHERMAN, B. S.; I. T. WEBSTER; G. J. JONES y R. L. OLIVER, 1998. Transitions between *Aulacoseira* and *Anabaena* dominance in a turbid river weir pool. ***Limnol. and Oceanog.,*** 43(8): 1902-1915.

SIEGAL, D. A.,1998. Resource competition in a discrete environment: Why are plankton distribution paradoxical? ***Limnol. and Oceanog.,*** 43: 113-1146.

SIMPSON, E. H., 1949. Measurement of diversity. ***Nature,*** 163: 688.

SMAYDA, THEODORE J.. 1997. What is a bloom? A commentary. ***Limnol. and Oceanog.,*** 42(5), parte 2: 1132-1136

SOMMER, U., 1984. The paradox of the plankton: fluctuations of phosphorus availability maintain diversity of phytoplankton in flow-thrugh cultures. ***Limnol. and Oceanog., 29***: 633-636.

STREBLE, HEINZ y DIETER KRAUTER, 1987. **Atlas de los microorganismos de agua dulce**. Ediciones Omega. Barcelona. 337 págs. 1700 ilust.

SUTCLIFFE, W. H. JR, 1957. An improved method for the determination of preserved plankton volumes. ***Limnol. and Oceanog.,*** 2(3): 295-296.

TELL, G. y V. CONFORTI, 1985. Ultraestructura de *Strombomonas Bourrellyi* nov. sp. (Euglenophyta) en M. E. B. ***Cryptogamie: Algologie***, VI, 4: 281-285.

TILLMAN, D., 1977. Resource competition between planktonic algae: an experimental and theoretical approach. ***Ecology, 58***: 338-348.

TILLMAN, D., 1981. Test of resource competition theory using four species of Lake Michigan algae. ***Ecology, 62***: 802-815.

TILLMAN, D.; S. S. KILHAM y P. KILHAM, 1982. Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. ***Annual Rev. Ecol. Syst., 13***: 349-372.

TOWNSEND, C. R., M. R. SCARSBROOK y S. DOLÈDEC, 1997. The intermediate disturbance hypothesis, refugia, and biodiversity in streams. ***Limnol. and Oceanog.,*** 42(5): 938-949.

VENRICK, E. L. 1997. Comparison of the phytoplankton species composition and structure in the Climax area (1973-1985) with that of station ALOHA (1994). ***Limnol. and Oceanog.,*** 43(7): 1643-1648.

VIDONDO, B.; Y. T. PRAIRIE; J. M. BLANCO y C. M. DUARTE, 1997. Some aspects of the analysis of size spectra in aquatic ecology. ***Limnol. and Oceanog.,*** 42(1): 184-192.

WATSON, S. B.; E. MCCAULEY y J. A. DOWNING,1997. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. ***Limnol. and Oceanog.,*** 42(3): 487-495.

WEHR, JOHN D. y ROBERT G. SHEATH, 2003. **Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification**. Academic Press. New York. xvi + 918 págs.

WEST, R. C.; N. P. PSUTY y B. G. THOM, 1985. **Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México**. 2a. ed. Biblioteca Básica Tabasqueña. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tab. 409 págs.

WETZEL, ROBERT G., 1981. **Limnología**. Ediciones Omega. Barcelona. 679 págs.

WHITFORD, L. A. y G. J. SCHUMACHER, 1973. **A manual of fresh-water algae**. Sparks Press. Raleigh, N. C. 325 págs.

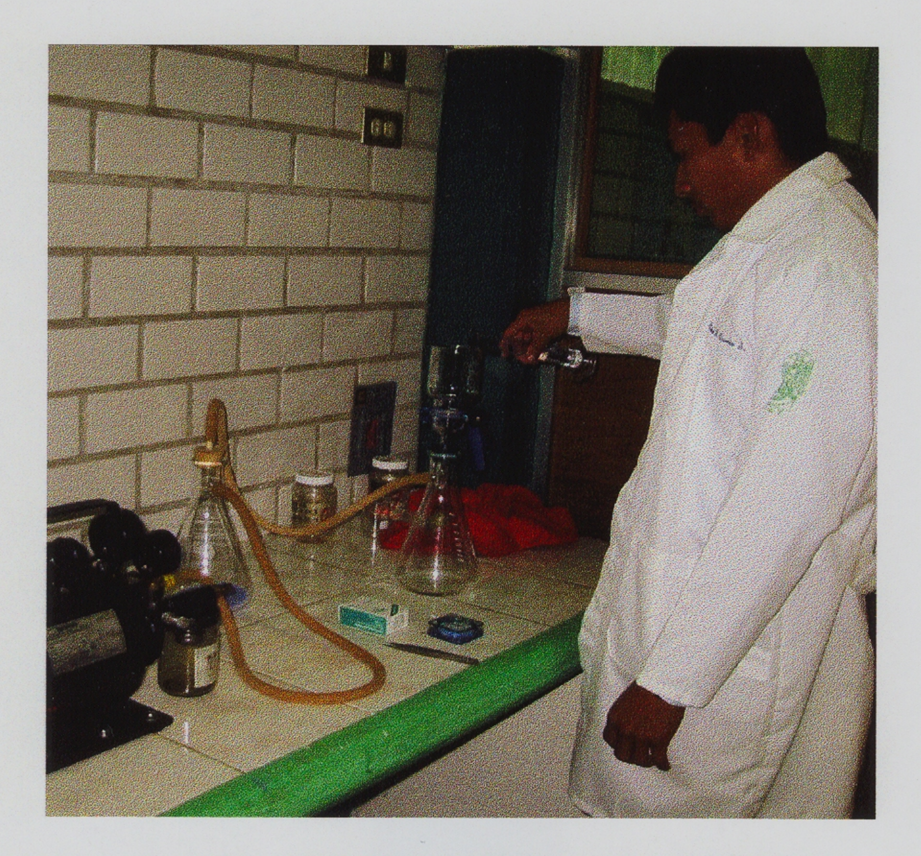
WRIGHT, JOHN C., 1958. The limnology of Canyon Ferry Reservoir. I. The phytoplankton-zooplankton relationships in the euphotic zone during September and October, 1956. ***Limnol. and Oceanog.,*** 3(2): 150-159.

WRIGHT, JOHN C. 1959. Limnology of Canyon Ferry Reservoir. II. Phytoplankton standing crop and primary production. ***Limnol. and Oceanog.,*** 4(3): 235.

ANEXO
A

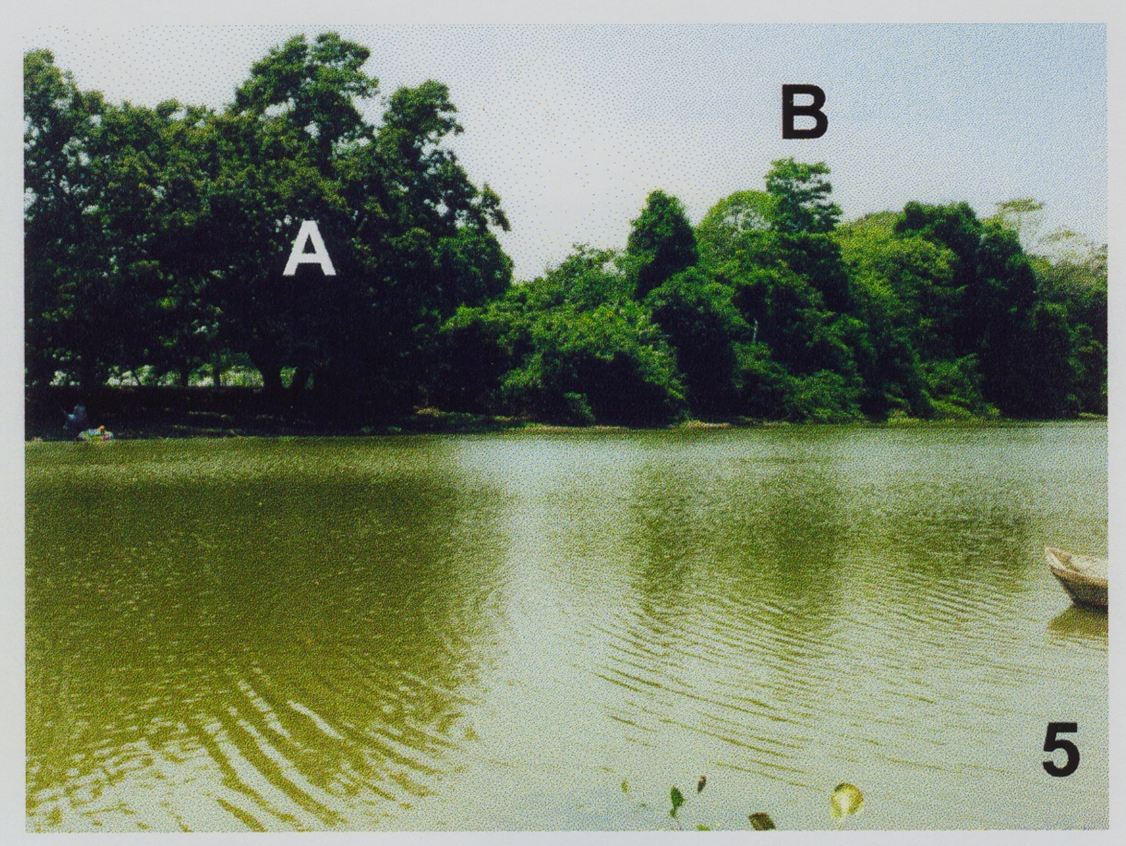
Fotografía 1. La medición del pH *in situ* se realizó con un potenciómetro portátil.

Fotografía 2. Fijación de la muestra *in situ* con formol neutralizado.



Fotografía 3. Técnica de filtración en membrana.

Fotografía 4. Técnica de cámaras de sedimentación.



Fotografías 5 y 6. La deforestación y desmonte de las riberas de la laguna El Balsón han creado zonas de erosión edáfica. La foto superior es de abril de 2002 y la inferior de abril de 2004. Las letras indican puntos de referencia.

Fotografías 7 y 8. El jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) ha proliferado excesivamente en la laguna El Balsón. La foto superior es de abril de 2002 y la inferior de abril de 2004.

Fotografía 9. La ganadería afecta de modo negativo al cuerpo de agua.

Fotografía 10. Floración de *Peridinium* sp. ocurrida en mayo de 2003.

Fotografías 11 y 12. Efecto de las inundaciones sobre la vegetación riparia herbácea. La foto superior es de la pre-temporada lluviosa y la inferior de la temporada estival. Nótese que al retirarse las aguas el suelo queda denudado y el terreno emergido es propenso a la erosión edáfica.

ANEXO
B

CATÁLOGO DE ESPECIES DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL BALSÓN

Una descripción breve de las especies encontradas se presenta en el siguiente catálogo, en el cual se ha seguido el esquema de clasificación de Prescott (1979). Aunque en esta relación se han incluído todas las especies encontradas en las muestras procesadas, cabe aclarar que cinco de estas especies (todas ellas bacilariofíceas): *Achnanthes hustedtii*, *Cymbella turgida*, *Eunotia pectinalis* var. *minor*, *Frustulia rhomboides* y *Gomphonema subclavatum* no fueron observadas en las muestras contadas, pero sí se presentaron en las preparaciones elaboradas por la técnica de digestión ácida y montaje en resina sintética, razón por la cual han sido tomadas en cuenta para el catálogo de especies. La explicación posible a este hecho es que su presencia haya sido accidental en la colecta y que además, el tratamiento con formol neutralizado pudiese haber afectado la conservación de las frústulas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estas pocas especies son fundamentalmente perifíticas y sólo raramente se registran en las aguas pelágicas de los lagos y ríos. Otras diatomeas, sin embargo, aunque en densidades relativamente bajas, sí estuvieron representadas en las muestras cuantificadas.

DIVISIÓN CYANOPHYTA

ORDEN CHROOCOCCALES

FAMILIA CHROOCOCCACEAE

APHANOCAPSA Nägeli, 1849.

1. ***Aphanocapsa grevillei*** (Berkeley) Rabenhorst, 1865.
Rabenhorst, L., 1865. Flora Europea Algarum Aquae Dulcis et Submarinae. Secc. II. págs. 1-319. ilust. Leipzig.

LÁMINA I, FIGURA 1.

Células integradas en una colonia de forma más o menos esférica, formada por un mucílago homogéneo e incoloro, no visible al microscopio de campo claro. Con un color que va del verde-azul pálido a casi negro, las células de formas esféricas pueden verse ligeramente hemisféricas cuando están en división, midiendo 0.5 a 5 µm.

En México esta especie ha sido reportada de la Laguna de Victoria o Santiago Tilapa, Estado de México (Mendoza, 1973). Este es el primer registro para el estado de Tabasco.

CHROOCOCCUS Nägeli, 1849.

2. ***Chrooccocus limneticus*** Lemmermann, 1898.
LEMMERMANN, E., 1898. Bot. Centralbl., 76: 153.

LÁMINA I, FIGURA 2.

Las células se presentan siempre en colonias integradas por un mucílago en el que se encuentran arregladas irregularmente a cierta distancia entre sí.

Debido a diferencias de densidades citoplasmáticas, el color de las células se observa al microscopio fotónico con tonos que pueden ir del azul-verde pálido al gris oscuro. Por lo general, la colonia la integran pocas células (4-16) de foma esférica a ovadas; pero también es común que éstas se encuentren en división, de manera que se les observa con formas ovocilíndricas. Miden en promedio 7 µm de longitud.

En México esta especie ha sido reportada del estado de México por Mendoza (1973). Esta es la primera vez que se cita para el estado de Tabasco.

3. ***Chroococcus turgidus*** (Kützing) Nägeli, 1849.

NÄGELI, 1849. Gatt. Einzell. Alg. p. 46.

LÁMINA 1, FIGURA 3.

Generalmente son solitarias las células o paquetes de 3 células (una completa y 2 en división) unidas por mucílago que puede presentarse en capas casi invisibles. Las células miden, individualmente y sin el mucílago, entre 8 y 25 μm de longitud, siendo de forma esférica a semiesféricas.

Esta especie ha sido encontrada en varias localidades de nuestro país en los estados de México, Michoacán, Oaxaca y Puebla (Osorio Tafall, 1941; Rioja, 1942; Ortega, 1972). En Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) la colectó en ocho localidades de la cuenca del río González

CYANOTETRAS Hindák

4. ***Cyanotetras crucigenielloides*** Kómarek, 1995.

KOMÁREK, J., 1995. Folia Goebot. Phytotax., 30: 81-90.

LÁMINA 1, FIGURA 4

Una especie poco llamativa por la simplicidad aparente de su estructura, la cual se presenta en forma de colonias con apariencia de placas con células ligeramente alargadas y sub-ovaladas. El color azul-verde pálido de las células no se concentra en contenidos homogéneos, sino más bien difuso, sin presencia de gránulos oscuros. El mucílago es imperceptible en microscopía de campo claro. La longitud promedio de cada célula es de 4 μm.

Este es un género recientemente creado, principalmente con especies procedentes de América tropical, principalmente de México y Cuba (Kómarek, 1995; Komárkova-Legnerová y Tavera, 1996).

5. ***Cyanotetras*** sp.

LÁMINA 1, FIGURA 5

A diferencia de *Cyanotetras crucigenielloides*, ésta otra especie posee células de mayor tamaño (7 μm de longitud promedio) y además en la parte interior de las células las paredes celulares se ven rectilíneas, lo que da una forma cuadrangular-prismática a cada una.

DACTYLOCOCCOPSIS Hansgirg

6. ***Dactylococcopsis acicularis*** Lemmermann, 1900.
LEMMMERMANN, 1900. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 18: 309.

LÁMINA 1, FIGURA 6.

Células en forma de aguja, algo curveadas, con inclusiones citoplásmicas muy pequeñas y difusas, lo que le da un color verde-azul pálido. Generalmente se presentan solitarias, pero también se les puede encontrar formando masas poco numerosas unidas laxamente en una vaina gelatinosa muy tenue. Miden 59 µm de longitud y 3 µm de ancho en promedio.

Mendoza (1973) menciona esta especie como euplanctónica en su tesis profesional sobre las algas de la laguna de Victoria, Estado de México. En el listado de microorganismos de los suelos inundables de la región de Tres Brazos, Tabasco, Molina (2000) incluye también esta especie.

GLOEOCAPSA Kützing, 1843.

7. ***Gloeocapsa*** sp.

LÁMINA 1, FIGURA 7.

Células agrupadas. pero no estrechamente juntas, en una envoltura gelatinosa apreciable al microscopio de campo claro y en la cual se pueden distinguir capas con un color rojizo muy pálido. Las células son globulares u ovaladas y generalmente tienen color verde-azul pálido.

Moreno-Ruíz (2005) cita a *G. punctata* de Jalapita, en la cuenca del río González, Tabasco.

MERISMOPEDIA Meyen, 1839.

8. ***Merismopedia*** sp.

LÁMINA 1, FIGURA 8.

El arreglo de las células en una matriz gelatinosa en forma de placa es característico de este género, al que pertenece la especie encontrada en algunas estaciones de muestreo de la laguna El Balsón. A pesar del poco número de las células (6 a 12) y su pequeño tamaño (3 µm en promedio), que permiten ubicarla como *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Nägeli, la carencia

de literatura especializada sobre este taxón nos ha impedido la determinación exacta hasta el nivel de especie. Molina (2000) ha citado a *Merismopedia tenuissima* de Tres Brazos, Centla, Tabasco. Por su parte, Moreno-Ruíz (2005) registra cuatro especies de este género de diferentes localidades de la cuenca del río González, Tabasco.

MICROCYSTIS Lemmermann, *nom. cons.*, 1907.

9. ***Microcystis flos-aquae*** (Wittrock) Kirchner *in* Engler et Prantl, 1898.
ENGLER, y PRANTL, 1898. Natürl. Pflanzenfam., 1(2a): 56.

LÁMINA 1, FIGURA 9.

Esta especie la conforman células muy pequeñas acumuladas en forma más o menos esférica, unidas por un mucílago tenue y poco evidente al microscopio de campo claro. Ocasionalmente, la colonia puede presentar grandes acumulaciones de células que adquieren en conjunto forma irregular. No son discernibles gránulos o inclusiones celulares debido al tamaño, pero la cercanía muy estrecha de las células permite distinguir esta especie de otras del mismo género.

En nuestro país, *Microcystis flos-aquae* ha sido reportada de localidades de los estados de Michoacán y Oaxaca (Osorio Tafall, 1941 y Sámano-Bishop, 1948). En el estado de Tabasco Molina (2000) la ha citado de la región de Tres Brazos, Centla, habitando suelos inundables. Más recientemente, Moreno-Ruíz (2005) encontró esta especie en tres localidades de la cuenca del río González.

RHABDODERMA Schmidle *et* Lauterborn

10. ***Rhabdoderma*** sp.

NO ILUSTRADA

Las células son alargadas, en forma de bastones, cilíndricos, redondeados en los extremos, ligeramente curveados, con un tamaño de 10 x 4 µm en promedio. Una cubierta mucilaginosa alargada protege las células dirigidas más o menos en la misma dirección, pero sin encontrarse estrechamente unidas, sino con espacios notorios entre ellas.

Rhabdoderma lineare fue registrada por Moreno-Ruíz (2005) en la laguna Horizonte, del municipio de Nacajuca, Tabasco.

SYNECHOCYSTIS Sauvageau

11. ***Synechocystis aquatilis***

LÁMINA 2, FIGURA 1.

Las células de esta especie pueden encontrarse solitarias o en parejas, de forma globular, oval o hemisférica, con un cuerpo central granular denso que se distingue del color azul-verdoso del resto del citoplasma. Su presencia en las muestras fue esporádica, pero es posible que por la sencillez de estos organismos sean indetectables entre el detritus orgánico y su número sea subestimado al microscopio.

Ortega (1984) y Ortega *et al.* (1995) no reportan este género para México. Sin embargo, Molina (2000) en su lista de microorganismos de los suelos inundables de Tres Brazos, Tabasco, incluyó un *Synechocystis* sp. de manera tentativa. A su vez, en su reciente trabajo, Moreno-Ruíz (2005), reporta esta especie de ocho localidades de la cuenca del río González.

ORDEN OSCILLATORIALES

FAMILIA OSCILLATORIACEAE

LYNGBYA C. Agardh *ex* Gomont, *nom. cons.*, 1892.

12. ***Lyngbya*** sp.

LÁMINA 2, FIGURA 2.

Muy escasa en las muestras, generalmente coincidió su presencia con temporadas en que gran cantidad de detritus se acumulaba en los frentes de la vegetación acuática (*Eichhornia crassipes*). La vaina es muy conspicua y gruesa, en la que se encuentra encerrado el filamento, el cual lo forman células angostas con poco estrangulamiento entre ellas. Un color verde oscuro, que en determinadas partes es de tonos casi negros, distingue perfectamente el contenido celular.

Lyngbya contorta ha sido citada por Moreno-Ruíz de la cuenca del río González, Tabasco.

OSCILLATORIA Vaucher *ex* Gomont, 1892.

13. ***Oscillatoria*** sp.

LÁMINA 2, FIGURA 3.

Filamentos muy largos y delgados, generalmente formando un pronunciado arco, de color verde-azul muy pálido. Las células son muy pequeñas y no forman rebordes por fuera del perfil del filamento. Posiblemente se trate de *Oscillatoria subtilissima*, aunque la carencia de literatura especializada sobre esa especie no ha permitido la identificación más allá del nivel de género.

Fue la especie más abundante de las dos de este género observadas en las muestras de agua de la laguna El Balsón, en especial en las temporadas post-lluviosas y en zonas con alto contenido de detritus.

14. ***Oscillatoria agardhii*** Gomont, 1892.
GOMONT, 1892. Ann. Sc. Nat. Bot., ser. 7, 16: 201.

LÁMINA 2, FIGURA 4.

Filamentos de color azul-verde oscuro, donde se aprecian abundantes inclusiones, pero con distinción fácil de la pared celular, que es gruesa y de color más claro. En el extremo se presenta un proceso cónico-redondeado, algo mamilado, con un contenido oscuro y menor al de las otras células, las cuales no se presentan de forma estrangulada. Las células midieron en promedio 2 µm de largo y 6 µm de ancho

Sámano-Bishop identificó esta especie de la Laguna de la Media Luna, cerca de Ixmiquilpan, estado de Hidalgo (Bravo-Hollis, 1937). En Tabasco, esta especie fue registrada recientemente de la laguna Horizonte, Nacajuca, por Moreno-Ruíz (2005).

ORDEN NOSTOCALES

FAMILIA NOSTOCACEAE

ANABAENA Bory *ex* Bornet *et* Flahault, 1888.

15. ***Anabaena*** sp.

LÁMINA 2, FIGURA 5.

Tricomas rectos, formados por células vegetativas de pequeño tamaño. mientras que los heterocistos son ligeramente más grandes y translúcidos. Los filamentos se encontraron siempre asociados a detritus.

16. ***Anabaena spiroides*** Klebahn, 1895.
KLEBAHN, 1895. Forschungsber. Biol. Stat. Plön., 3: 13.
LÁMINA 2, FIGURA 6.

Los tricomas son libres y solitarios, con una forma siempre retorcida en espirales de dos a cuatro vueltas, con las células vegetativas casi circulares y pequeñas (6 a 8 μm), mientras que los heterocistos se encuentran intercalados a lo largo del filamento y son ligeramente de mayor tamaño y color más claro. Es euplanctónica, pero en las muestras de la laguna El Balsón estuvo poco representada.

Molina (2000) cita esta especie en su lista tentativa de microorganismos de la región de Tres Brazos, Tabasco. Asimismo, Moreno-Ruíz (2005) ha registrado esta especie de la cuenca del río González.

ANABAENOPSIS V. Miller, 1923.

17. ***Anabaenopsis elenkinii*** V. Miller, 1923.
MILLER, V., 1923. Arkh. Russ. Protist. Obshch., 2: 125.
LÁMINA 2, FIGURAS 7 y 8.

Una de las cianobacterias (cianoficeas) más abundantes en la laguna El Balsón, especialmente durante las temporadas de estiaje. Los tricomas son cortos y torcidos en una o dos vueltas, en los que los heterocistos siempre se presentaron en los extremos y los acinetos, cuando estaban presentes, se ubicaban en la parte media del filamento. Las células vegetativas son relativamente grandes, de forma ovoidea y apariencia oscurecida por la cantidad de inclusiones protoplásmicas. Los heterocistos son muy refringentes y de contenido claro, con un proceso redondeado cercano a la célula vecina.

Fue una de las especies más abundantes en mayo de 2003, cuando se dió la floración de *Peridinium* sp. Para nuestro país, esta especie ha sido reportada por Osorio Tafall (1941), de las aguas del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Para el estado de Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) identificó esta especie dentro de su trabajo sobre especies fitoplanctónicas de la cuenca del río González.

FAMILIA RIVULAREACEAE

GLOEOTRICHIA J. Agardh *ex* Bornet *et* Flahault, 1886.

18. ***Gloeotrichia*** sp.

LÁMINA 2, FIGURA 9.

Los tricomas son de pequeño tamaño y se arreglan radialmente formando una masa casi esférica. El color de los tricomas es verde pálido.Posiblemente se trate de la especie *G. echinulata* (J. E. Smith) Richter.

DIVISION CHLOROPHYTA

SUBDIVISIÓN CHLOROPHYCEAE

ORDEN VOLVOCALES

FAMILIA PYRAMIMONACEACE

PYRAMIMONAS Schmarda, 1849.

19. ***Pyramimonas tetrarhynchus*** Schmarda, 1849.
SCHMARDA, 1849. Denkschr. K. Akad. Wiss. (Wien). Math. Nat. Kl., 1(2): 9.

NO ILUSTRADA

Esta fue una especie muy rara en las muestras de la laguna El Balsón. Son células independientes de forma semi-oblonga alargada, con un extremo más angosto pero redondeado. En vista superior se aprecia la forma tetra-abombada sobresaliente, con surcos de donde se desprenden cuatro flagelos. Un cloroplasto con pirenoide es distinguible a grandes aumentos, el cual puede ocultar parcialmente el contenido celular, incluyendo un pequeño estigma de posición variable. La longitud promedio de estos organismos fue de 18 μm.

Algunos autores designan este género y sus respectivas especies como Pyramidomonas, y han reportado una talla de 20 a 28 μm de longitud (Kudo, 1980; Streble y Krauter, 1987).

Ortega (1984) señala que ha sido registrada como planctónica de los canales de Xochimilco, Distrito Federal, por algunos autores. Esta es la primera mención de su presencia en cuerpos de agua del sureste de México.

FAMILIA POLYBLEPHARIDACEAE

SPERMATOZOOPSIS Korshikov

20. ***Spermatozoopsis*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 1.

Las células son independientes, aunque en varias ocasiones se les encontró en parejas, durante el proceso de división celular. Tienen forma alargada, algo vermiformes. En las muestras en fresco las células son túrgidas y ligeramente reniformes, pero en las muestras preservadas las células aparecían contraídas y de contornos irregulares. Poseen cuatro flagelos largos y conspicuos. El cloroplasto es de color verde claro y tiene forma de una placa parietal que se distingue del resto del citoplasma.

Spermatozopsis (sic!) *exultans* fue registrada por Moreno-Ruíz (2005) de cuatro localidades de la cuenca del río González, Tabasco.

FAMILIA CHLAMYDOMONADACEAE

CARTERIA Diesing, 1866.

21. ***Carteria*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 2.

Organismos de forma ovalada, con cuatro flagelos tan largos como su máxima longitud celular, los cuales distinguen este género de otras formas parecidas. Una pequeña papila resalta en el punto de origen de los flagelos. En promedio las células miden 15 μm de longitud.

Carteria cf. *cordiformis* fue reportada de la laguna Julivá, Nacajuca, por Moreno-Ruíz (2005).

CHLAMYDOMONAS Ehrenberg, 1846.

22. ***Chlamydomonas*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 3.

Aunque más abundante que *Carteria* sp.. esta especie presentó dificultades particulares para su identificación específica debido a la variación que mostró

en tamaño (16-23 μm de longitud) y a que generalmente se le encontró desprovista de uno o los dos flagelos en las muestras de agua preservadas en formaldehido.

Moreno-Ruíz (2005) reportó a *Chlamidomonas* (sic!) sp. del río González.

CHLOROGONIUM Ehrenberg

23. ***Chlorogonium*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 4.

La célula es fusiforme, con dos largos flagelos que se originan del extremo anterior redondeado y casi incoloro. El resto de la célula presenta una coloración verde claro en donde se destacan zonas más translúcidas que forman vacuolas contráctiles. Mide en promedio 24 μm de longitud.

Chlorogonium acutiformis fue reportada por Moreno-Ruíz (2005) de tres localidades de la cuenca del río González.

HYALOGONIUM Pacher

24. ***Hyalogonium klebsi*** Pacher.

LÁMINA 3, FIGURA 5.

Por su ausencia de color y capacidad holotrófica esta especie ha sido considerada más cercana a los protozoarios que a las algas. Tiene una forma alargada que recuerda la de una botella, con dos largos flagelos que se originan del extremo anterior. se pueden apreciar una o dos vacuolas contráctiles.

En la lista de López-Ochoterena y Roure-Cane (1970) no aparece citada esta especie.

POLYTOMA Ehrenberg

25. ***Polytoma granuliferum***

NO ILUSTRADA

Los individuos de esta especie se aprecian cubiertos de diminutos gránulos de arena que le dan una apariencia obscura, lo cual puede ocasionar que se

confunda a estos organismos con los detritus de las muestras de agua preservadas, lo cual puede subestimar su número real en los conteos. Sin embargo, en muestras de agua en fresco la especie es fácilmente distinguible por su vigoroso movimiento. Tienen forma ovalada, algo truncada en la parte anterior. Wehr y Sheath (2003) han ilustrado esta especie sin el recubrimiento mineral a que se ha hecho alusión.

26. ***Polytoma uvella***

LÁMINA 3, FIGURA 6.

La célula es ovalada, algo alargada, incolora y con varios gránulos de almidón distinguibles como pequeños cuerpos refringentes, casi todos localizados hacia la mitad posterior de la célula.

Miden en promedio 18 μm de longitud.

VITREOCHLAMYS Batko, 1970.

27. ***Vitreochlamys*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 7.

Este género fue recientemente propuesto por Batko (1970) como nombre alternativo para *Sphaerellopsis* Korshikov (1925), pero éste último término es un homónimo de un género de hongo reconocido ampliamente.

La célula está protegida por una cubierta transparente y rígida de la que sólo sobresalen los dos flagelos, pues el resto del cuerpo se encuentra interiorizado en la envoltura. Son organismos fusiformes y transparentes, con una vacuola situada en la porción posterior.

FAMILIA PHACOTACEAE

COCCOMONAS Stein,

28. ***Coccomonas orbicularis*** Stein.

LÁMINA 3, FIGURA 8.

La lóriga de esta especie es redondeada, pero notoriamente invaginada en la parte anterior, en la cual sobresalen los dos flagelos. Un borde grueso y conspicuo puede apreciarse en la cubierta.

Esta especie no ha sido registrada antes para México.

PEDINOPERA Pascher

29. ***Pedinopera*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 9.

La cubierta es circular y cubierta por puntuaciones apreciables a grandes aumentos, dentro de la cual se encuentra ubicada laxamente la célula, la cual presenta un cuerpo citoplásmico en forma de U o de copa.

PHACOTUS Perty

30. ***Phacotus*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 10.

Una gruesa lóriga circular con un conspicuo reborde es característico de esta especie, dentro de la cual se localiza la célula elíptica, casi circular, de la que se desprenden dos flagelos tan largos como la longitud de la cubierta.

Phacotus lenticularis fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en la laguna Bayasú, del municipio de Nacajuca, Tabasco.

PTEROMONAS Seligo

31. ***Pteromonas*** sp.

LÁMINA 3, FIGURA 11.

La cubierta es semicircular, transparente, cortada transversalmente a nivel del extremo anterior, cerca del cual se encuentra ubicado la porción flagelar. El cloroplasto presenta forma de U con un pirenoide ubicado hacia el centro.

THORACOMONAS Korshikov.

32. ***Thoracomonas phacotoides***

LÁMINA 3, FIGURA 12.

La lóriga es rugosa, aunque transparente, dentro de la cual se encuentra una célula que ocupa poco más de dos tercios del espacio, con un cuerpo citoplasmico en forma de copa.

FAMILIA VOLVOCACEAE

EUDORINA Ehrenberg

33. ***Eudorina*** sp.

LÁMINA 4, FIGURA 1.

La colonia tiene forma elíptica, con las células visiblemente separadas unas de otras dentro de la matriz mucilaginosa. Las células son esféricas y poseen, cada una dos flagelos que se prolongan hacia afuera de la envoltura de mucílago. El cloroplasto ocupa casi toda la zona parietal, aunque en ocasiones puede percibirse en forma de copa, dejando un espacio citoplásmico de apariencia cóncava transparente. Las células individuales miden en promedio 18 µm, mientras que toda la colonia, incluyendo el mucílago puede alcanzar los 185 µm o más.

Ortega (1984) y Ortega *et al.*, (1994) citan registros de *Eudorina elegans* y de *Eudorina* sp. de localidades de nuestro país.

GONIUM O. F. Müller

34. ***Gonium pectorale*** O. F. Müller, 1773.
MÜLLER, O. F., 1773. Verm. Terr. Fluv., 1: 60.

NO ILUSTRADA

Ha sido reportada del lago de Chapultepec y canales de Xochimilco, en el Distrito Federal; de Almoloya y Presa de la Concepción, Estado de México; y de la laguna de Zempoala, Morelos (Sámano-Bisop y Sokoloff, 1931; Pérez-Reyes y Salas-Gómez, 1961 y Albores, 1969).

PANDORINA Bory, 1825.

35. ***Pandorina morum*** (O. F. Müller) Bory, 1825.
BORY, 1825. Encycl. Méth. Hist. Nat. Zooph. p. 521.

LÁMINA 4, FIGURA 2.

La colonia que forma esta especie la integran células estrechamente unidas en una masa ovo-elíptica o cilíndrica recubierta por mucílago que adquiere una forma cilíndrica u ovalada. Los flagelos dan un movimiento helicoidal a la colonia que se desplaza en el sentido del eje longitudinal.

Esta especie ha sido citada de varias localidades de nuestro país: lago de Chapultepec y lago de Xochimilco (Distrito Federal); manantial la Mora, río Tula (Hidalgo); lago de Texcoco y presa Guadalupe (Estado de México) y Km. 85 de la carretera México-Acapulco (Morelos) (Ortega, 1984).

En Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) reportó *Pandorina charkowiensis* de la laguna Julivá, Nacajuca.

PLATYDORINA Kofoid, 1899.

36. ***Platydorina caudata*** Kofoid.

LÁMINA 4, FIGURA 3.

El mucílago que recubre la colonia tiene forma de placa, algo elíptica, aunque con los bordes un poco ondulados, con un extremo terminado en forma de tres prolongaciones facilmente identificables al microscopio fotónico. La colonia la forman entre 16 y 32 células esféricas a ovaladas de aproximadamente 14 µm, las cuales dejan un espacio entre unas y otras. La envoltura gelatinosa puede medir unos 160 µm en promedio.

Aunque el género ha sido citado para nuestro país, esta es la primera referencia de esta especie en el sureste de México.

PLEODORINA W. R. Shaw, 1894.

37. ***Pleodorina*** sp.

LÁMINA 4, FIGURA 4.

Especie poco numerosa en las muestras de agua de la laguna El Balsón. Las ocasiones que estuvo presente fue observada en colonias hijas en división dentro de una gran matriz gelatinosa.

VOLVOX Linnaeus, 1758.

38. ***Volvox*** sp.

NO ILUSTRADA

Fue también una especie muy escasa en las muestras de agua de la laguna El Balsón. La típica forma esférica de la colonia de tamaño relativamente grande, con células esféricas pequeñas hace inconfundible la pertenencia de esta especie al género Volvox, aunque la determinación al nivel de especie no fue posible ante la carencia de literatura especializada relativa a dicho taxón.

ORDEN TETRASPORALES

FAMILIA GLOEOCYSTACEAE

GLOEOCYSTIS Nägeli, 1849.

39. ***Gloeocystis*** sp.

NO ILUSTRADA

Las células están envueltas en un mucílago estratificado y de tenue color pardo rojizo, fácilmente distinguible al microscopio de luz. Cada célula se encuentra separada de las demás por una envoltura mucilaginosa y tiene forma esférica, con un diámetro promedio de 4 µm. Muy pocas muestras de agua presentaron esta especie.

ORDEN CHLOROCOCCALES (CHLOROSPHAERALES, CHLOROSPHAERACECAE

FAMILIA CHLOROCOCCACEAE

POLYEDRIOPSIS Schmidle

40. ***Polyedriopsis gelatinosa***

LÁMINA 5, FIGURA 1.

Con un contorno algo sinuoso, las células de esta especie presentan cuatro prolongaciones terminadas en filamentos (3 o 4) relativamente cortos. El contenido citoplasmático es granuloso y de color verde claro, que puede variar a amarillo tenue cuando la célula ha sido preservada en formaldehido.

SCHROEDERIA Lemmermann, 1898.

41. ***Schroederia spiralis***

LÁMINA 5, FIGURA 2.

Células independientes, curveadas y engrosadas en la porción media, prolongándose en forma de filamentos o sedas hacia los extremos, los cuales se doblan levemente en forma semiespiralada. Dos o más zoosporas pueden apreciarse en el interior de la célula, hacia la parte media, lo cual permite distinguir esta especie de *Ankistrodesmus angustus*, que es más esbelta y menos engrosada, a la vez que carece de la apariencia heterogénea que muestran las zoosporas.

Esta especie no ha sido registrada en México, aunque *S. setigera* si ha sido reportada de localidades de nuestro país (Ortega, 1984).

TETRAEDRON Kützing, 1845.

42. ***Tetraedron arthrodesmiforme***

LÁMINA 5, FIGURA 3.

Las células son independientes, con forma de una "H", donde los brazos son espinas gruesas, alargadas, terminadas en puntas descoloridas. La longitud máxima de la célula es de 38 µm en promedio. El cloroplasto se aprecia granuloso y engrosado, dando un color verde hoja a la mayor parte del contenido celular.

43. ***Tetraedron caudatum***

LÁMINA 5, FIGURA 4.

Células independientes muy pequeñas (12 µm en promedio), en forma de figura pentagonal, aplanadas y con breves terminaciones espinosas en cada brazo. El cloroplasto de color verde oscuro muestra abundantes zonas heterogéneas, en especial si la célula ha sido preservada.

En la literatura ficológica nacional esta especie fue reportada por Margain-Hernández (1981), mientras que Moreno-Ruíz (2005) la registró en Tabasco de las laguna Horizonte y La Mona, del municipio de Nacajuca.

44. ***Tetraedron minimum***

LÁMINA 5, FIGURA 5.

Las células tienen forma cuadrangular o tetragonal, con la pared celular engrosada y apreciable al microscopio de campo claro. Lateralmente la forma de las células es elíptica o semi-elíptica. Miden en promedio 8 µm de longitud máxima.

Moreno-Ruíz (2005) refiere esta especie en su relación de algas fitoplanctónicas de la cuenca del río González.

45. ***Tetraedron muticum***

LÁMINA 5, FIGURA 6.

Células triangulares, ligeramente deprimidas en los lados, con extremos redondeados, sin espinas y pared lisa. Muestran pirenoides relativamente grandes y gránulos de almidón que dan una apariencia heterogénea al contenido celular.

Fue una de las especies más abundantes en la laguna El Balsón, durante todas las temporadas de muestreo. En Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) la encontró en siete localidades de la cuenca del río González.

46. ***Tetraedron regulare*** var. ***torsum***

LÁMINA 5, FIGURA 7.

La vistosa apariencia helicoidal de estos organismos, con el colorido verde claro que le proporciona el cloroplasto hace fácilmente perceptible a esta especie, que sin embargo no fue común en las muestras de agua de la laguna El Balsón.

Ortega (1984) menciona el registro de esta especie de la laguna de San Felipe Xochiltepec, Puebla, reportada por Rioja (1942). La misma especie, con dos variedades (una de ellas indeterminadas), fue reportada de la cuenca del río González por Moreno-Ruíz (2005).

47. ***Tetraedron trigonum*** var. ***gracile***

LÁMINA 5, FIGURA 8.

Las diversas variantes de la especie *Tetraedron trigonum*, como la que aquí se anota, son verdaderos retos para los ficólogos actuales, pues mientras no se tenga evidencia genética de su identidad específica, se les ha tratado como

morfos de una misma especie. La variedad *gracile* posee tres brazos ligeramente doblados helicoidalmente en sentidos diferentes, lo cual da cierta complejidad visual respecto a lo dimensional de la célula.

La especie, pero no la variedad, fue citada por Moreno-Ruíz (2005) de la cuenca del río González.

48. ***Tetraedron trigonum*** var. ***trigonum***

LÁMINA 5, FIGURA 9.

Célula independiente triangular, con brazos terminados en extremos alargados y algo puntiagudos. El contenido celular es granuloso y de color verde oscuro.

Esta especie ha sido reportadas para Tabasco, sin referencia a la variedad, de la cuenca del río González (Moreno-Ruíz, 2005).

FAMILIA OOCYSTACEAE

ANKISTRODESMUS Corda, 1838.

49. ***Ankistrodesmus acicularis***

LÁMINA 6, FIGURA 1.

Células solitarias, fusiformes y muy alargadas, terminadas en puntas filamentosas que se curvan muy levemente hacia el mismo lado. Poseen un cloroplasto parietal sin pirenoide, con un colorido verde claro. Generalmente se observan algunos gránulos diminutos en el citoplasma. Miden 95 μm de longitud en promedio.

50. ***Ankistrodesmus angustus***

LÁMINA 6, FIGURA 2.

Las células están curveadas en forma de "U" en el centro y se prolongan en los extremos a manera de filamentos. Su parecido con *Schroederia spiralis* es muy grande, excepto que en aquella especie son muy notorios un pirenoide y los corpúsculos previos a la formación de zoosporas en el citoplasma, siendo mucho más granulosa la parte media de la célula. Por el contrario, en *A. angustus*, el contenido citoplásmico siempre es bastante homogéneo y la parte media de la célula es menos voluminosa que en la especie antes referida.

51. ***Ankistrodesmus falcatus*** (Corda) Ralfs, 1848.
CORDA, 1848. Brit. Desm. p. 180.

LÁMINA 6, FIGURA 3.

La especie referida aquí como *Ankistrodesmus falcatus* es muy parecida a *Ankistrodesmus spirilliformis*, excepto por el mayor tamaño de la primera y por el hecho de que siempre se encuentra en haces de 2 a más células. En las muestras de agua de la laguna El Balsón los haces de esta especie nunca constaron de más de 5 células entrelazadas.

Molina (2000) cita esta especie de la región de Tres Brazos, Tabasco, pero la refiere como de identificación dudosa, de una lista de microorganismos que habitan suelos inundables. Más recientemente, Moreno-Ruíz (2005) registró dos variedades de esta especie de localidades de la cuenca del río González. Por otra parte, esta especie ha sido reportada de algunas localidades de México, como son: Ciudad Universitaria (Distrito Federal); el lago de Texcoco y laguna de Victoria (Estado de México) y Actopan (Hidalgo)(Ortega, 1984).

52. ***Ankistrodesmus gracilis*** (Reinsch) Korshikov, 1953.
KORSHIKOV, 1953. Vizn. Prison. Vodor. , 5. p. 305.

NO ILUSTRADA

Originalmente señalada como *Selenastrum gracile* y *S. westii* por Reinsch y G. M. Smith, respectivamente, la revisión de Korshikov (1953) ha ubicado esta especie como perteneciente al género *Ankistrodesmus.* Las células son muy esbeltas y mucho menos arqueadas que en *Selenastrum.* Poseen un cloroplasto parietal de color verde claro, sin pirenoide. Comunmente se encuentran en pequeños grupos de 2 a 6 células. Miden 23 μm de longitud en promedio.

Ortega (1984) menciona las localidades de México en que ha sido encontrada esta especie, pero anota la discrepancia de nombres dados por los diferentes autores que se han referido a ella.

53. ***Ankistrodesmus spirilliformis***

LÁMINA 6, FIGURA 4.

Es la especie más pequeña en tamaño y la más escasa en número de organismos por mililítro de todas las especies del género *Ankistrodesmus*, de la laguna El Balsón. Las células son solitarias, alargadas y muy retorcidas en

forma espiralada (comunmente dos giros), bastante delgadas y con la pared celular muy fina. Los extremos están terminados en forma de filamento. El cloroplasto es de color verde oscuro y presenta pequeños gránulos de almidón anexos.

CHLORELLA Beijerinck, 1890.

54. ***Chlorella miniata*** (Kützning) Oltmanns, 1904.
OLTMANNS, 1904. Morph. Biol. Alg., 1. p. 183.

LÁMINA 6, FIGURA 5.

Las células esféricas de esta especie generalmente se encontraban encerradas en grupos de cuatro en una matriz consistente hialina.

En México ha sido citada como planctónica del lago de Texcoco, Estado de México (Ortega, 1984).

55. ***Chlorella*** sp.

NO ILUSTRADA

Células solitarias. esféricas, con un cloroplasto que generalmente ocupa 3/4 partes del contenido citoplásmico. Una pared engrosada y notoria al microscopio de luz la distingue de las otras formas presentadas en este trabajo, además de los gránulos oscuros incluídos cerca del cloroplasto.

Moreno-Ruíz (2005) reportó *Chlorella saccarophila* var. *ellipsoidea* de localidades de la cuenca del río González.

56. ***Chlorella vulgaris*** Beijerinck, 1890.
BEIJERINCK, 1890. Bot. Zeitung, 48: 758.

LÁMINA 6, FIGURA 6.

Células esféricas, de aproximadamente 6 µm de diámetro. Un cloroplasto de forma de copa o campana, que deja ver una zona más clara en la parte media es característico de esta especie. La membrana es muy fina y lisa, aunque al microscopio puede discernirse en las células en las que el líquido de preservación ha provocado la contracción del citoplasma y del cloroplasto.

KIRCHNERIELLA Schmidle 1893.

57. ***Kirchneriella lunaris*** (Kirchner) Möbius, 1894.
MÖBIUS, 1894. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 18: 331.

LÁMINA 6, FIGURA 7.

Células agrupadas en una colonia recubierta por una masa gelatinosa transparente. Las células individuales tienen forma de media luna, con los extremos muy agudos y relativamente separados. El grupo celular se encuentra estrechamente junto, aunque cada célula se puede distinguir separadamente en la matriz sin alguna orientación determinada.

Sámano-Bishop y Sokoloff (1931) y Sámano-Bishop (1934) encontraron esta especie como planctónica en el lago de Chapultepec y en el lago de Xochimilco, en el Distrito Federal.

58. ***Kirchneriella lunaris*** var. ***irregularis***

LÁMINA 6, FIGURA 8.

Las células son relativamente grandes (12 µm de diametro) y generalmente se encontraban solitarias o en grupos de tres células, con una matriz gelatinosa casi imperceptible al microscopio de campo claro, aunque bastante notoria al microscopio de contraste de fases. La primera referencia que se hace a esta variedad de *K. lunaris* en Tabasco fue hecha por Moreno-Ruíz (2005) quién la encontró en la cuenca del río González.

59. ***Kirchneriella obesa*** (W. West) W. West et G. S. West, 1894.
WEST, W. y WEST, G. S., 1894. J. Roy. Micr. Soc., 1894: 16.

LÁMINA 6, FIGURA 9.

No obstante que posee una envoltura gelatinosa que encierra el conjunto de células, éstas tienen extremos muy obtusos y cerrados. La parte media de la célula es relativamente gruesa, dando la apariencia de una forma semicircular. La cercanía entre las células es mucho menos estrecha que en *K. lunaris*.

En México *K. obesa* ha sido encontrada en el Distrito Federal, y en los Estados de México y de Puebla (Ortega, 1984). En el caso particular de Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) la ha reportado de Campo Sen, Nacajuca.

60. ***Kirchneriella*** sp.

NO ILUSTRADA

Las células de forma cilíndricas arqueadas, con extremos obtusos, se encuentran encerradas en una envoltura gelatinosa muy transparente, generalmente esférica. Fue poco recurrente en las muestras de agua de la laguna, especialmente en temporadas lluviosas.

LAGERHEIMIA

61. ***Lagerheimia*** sp. 1

LÁMINA 6, FIGURA 10.

Las células ovaladas tienen dos largas espinas polares y dos ecuatoriales que dan una apariencia cruciforme al conjunto. En la base de cada espina siempre se observó un pequeño nódulo oscuro. El cloroplasto, de color verde claro llena todo el espacio interior de la célula, aunque también se aprecian gránulos pequeños más oscuros. La célula mide 12 μm de logitud en promedio.

Tres especies de este género fueron reportadas por Moreno-Ruíz (2005) de la cuenca del río González.

62. ***Lagerheimia*** sp. 2

LÁMINA 6, FIGURA 11.

Células cilindrico-ovadas, alargadas y dobladas en la parte media, poseen cuatro espinas largas: dos polares y dos ecuatoriales. En sus bases cada espina posee una protuberancia pequeña. El cloroplasto es más voluminoso y oscuro hacia la parte media de la célula. La célula midió un promedio de 17 μm.

MONORAPHIDIUM Komárková-Legnerová, 1969.

63. ***Monoraphidium pusillum*** Komárková-Legnerová, 1969.
KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. *in* FOTT (Ed.),1969. Stud. Phyc., p. 96.

NO ILUSTRADA

Células solitarias, fusiformes, levemente dobladas en los extremos agudos. La pared celular es delgada y lisa, sin ninguna envoltura gelatinosa. Tiene un cloroplasto sin pirenoide, arreglado de forma parietal.

Siete especies de éste género, sin incluir la presente, fueron reportadas por Moreno-Ruíz (2005) de diferentes localidades de la cuenca del río González.

NEPHROCYTIUM Nägeli, 1849.

64. ***Nephrocytium agardhianum*** Nägeli, 1849.
NÄGELI, 1849. Gatt. Einzell. Alg. p. 80.

NO ILUSTRADA

La colonia la integran células reniformes encerradas en una matriz gelatinosa. Comunmente, las células se encuentran laxamente arregladas con los ejes longitudinales dirigidos hacia una misma dirección, aunque en la fase reproductiva este patrón puede variar. El cloroplasto de cada célula tiene forma de placa gruesa marginal de color verde claro.

Mendoza (1973) reportó esta especie de la laguna de Victoria, Estado de México, considerándola como ticoplanctónica. En Tabasco, recientemente fue registrada por Moreno-Ruíz (2005) de la laguna Horizonte, Nacajuca.

65. ***Nephrocytium lunatum*** W. West, 1892.
WEST, W., 1892. J. Roy. Micr. Soc., 1892: 736.

NO ILUSTRADA

Encerradas en una matriz gelatinosa se encuentran las células poco numerosas (4-12) que se distinguen por su forma de media luna con extremos agudos; sin embargo, a diferencia de especies parecidas del género Kirchneriella, esta especie presenta células con concavidades más amplias o abiertas. Asimismo, las células de esta especie se encuentran arregladas de modo que sus ejes longitudinales se orientan hacia un mismo rumbo, a diferencia de Kirchneriella, donde las células se disponen irregular y desordenadamente dentro del mucílago.

En México esta especie fue registrada de la laguna de Victoria, en el Estado de México, por Mendoza (1973).

OOCYSTIS Nägeli, 1855.

66. ***Oocystis elliptica*** W. West, 1892.
WEST, W., 1892. J. Roy. Micr. Soc., 1892: 736.

LÁMINA 6, FIGURA 12.

Las células son ovoides, con un cloroplasto de color verde oscuro que deja una zona intermedia transparente cuando ocurre la división. La colonia la forman pocas celulas (4-8) que pueden encontrarse en diferente etapa de madurez. Su arreglo no sigue un orden determinado y el tamaño celular puede ser variado dentro de la envoltura hialina de consistencia gruesa. La longitud promedio de cada célula es de 11 μm.

Fue reportada por Mendoza (1973) de la laguna de Victoria, del municipio de Tianguistenco, Estado de México.

67. ***Oocystis pusilla*** Hansgirg, 1890.

HANSGIRG,1890. Sitzunberg K. Böhm Ges. Wiss. Math.-Naturw. Kl. 1890(1): 9.

NO ILUSTRADA

Una envoltura mucilaginosa envuelve la colonia de pocas células, las cuales tienen una forma ovalada-cilíndrica, casi siempre con un cloroplasto parietal que deja un espacio transparente transversal facilmente discernible al microscopio de luz. La cubierta es también ovalada, pero menos densa que en la especie anterior. En ocasiones se encontraron células solitarias con mucílago escaso. Cada célula mide 9 μm de longitud promedio.

Según Ortega (1984), esta especie fue reportada como planctónica del río Ejutla, en el municipio de Ejutla de Crespo, Oaxaca. En Tabasco fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en la laguna Julivá, del municipio de Nacajuca.

68. ***Oocystis*** sp.

NO ILUSTRADA

La colonia está formada por células bacilariformes embebidas en una envoltura mucilaginosa de estructura irregular que se encuentran a su vez dentro de una matriz hialina de extremos obtusos, casi mamilados.

Fue una especie bastante rara en las muestras de agua de la laguna El Balsón.

QUADRIGULA Printz, 1916.

69. ***Quadrigula lacustris*** (Chodat) G. M. Smith, 1920.

SMITH, G. M., 1920. Wisconsin Geol. and Nat. Hist. Surv. Bull., 57(1): 139.

LÁMINA 7, FIGURA 1.

Las células son fusiformes y se encuentran arregladas en una formación alargada constituída de mucílago imperceptible al microscopio luminoso. Ocasionalmente algunas de las células se presentan transversalmente truncadas, especialmente en las proximidades de una célula con otra.

Mendoza (1973) refiere esta especie de la laguna de Victoria, Estado de México.

SELENASTRUM Reinsch

70. ***Selenastrum gracile*** Reinsch, 1866.

REINSCH, 1866. Algenfl. Franken, p. 65.

LÁMINA 7, FIGURA 2.

Células relativamente grandes (27 µm de largo) que forman un haz con arreglo irregular. Cada célula es falciforme y tiene extremos curveados agudos. El cloroplasto es de color verde oscuro, parietal y no presenta pirenoide, con apariencia granulosa.

Ortega (1984) estima que bajo otros sinónimos, esta especie ha sido registrada por dos autores (Sámano-Bishop, 1934 y Mendoza (1973) del Distrito Federal y del Estado de México). Moreno-Ruíz (2005) reportó *Selenastrum minutum* de la cuenca del río González.

TREUBARIA Bernard

71. ***Treubaria*** sp.

LÁMINA 7, FIGURA 3.

La estructura celular tiene forma triangular, con tres largos apéndices de apariencia hialina que en su base se engrosan para integrar el volumen principal del cuerpo, donde se encuentra ubicado el citoplasma granular y de colorido verde oscuro. Los brazos o apéndices alargados están terminados en puntas relativamente largas (aproximadamente 27 µm). *Treubaria setigerum* fue registrada por Moreno-Ruíz (2005) de seis localidades de la cuenca del río González.

TROCHISCIA Kützing,1834.

72. ***Trochiscia granulata***

LÁMINA 7, FIGURA 4.

La célula es solitaria, de forma esférica, con la superficie decorada con pequeñas protuberancias redondeadas. El cloroplasto de color verde claro se encuentra ocupando homogéneamente el interior celular.

73. ***Trochiscia reticulata*** (Reinsch) Hansgirg, 1888.
REINSCH, 1888. Hedwigia, 27: 129.

LÁMINA 7, FIGURA 5.

Anotada como *Trochiscia reticularis* por Ortega (1984), quien cita a Mendoza (1973) como colector y determinador de esta especie encontrada en la laguna de Victoria, en el estado de México, fue poco abundante en las muestras de la laguna El Balsón. La ornamentación de la pared celular, a la que se refiere el nombre específico, presenta engrosamientos en forma de rebordes que además de formar una retícula superficial sobresale como puntas recortadas o romas. Un cloroplasto de color verde claro, generalmente lobulado y parietal, se observa compactado en el interior de la célula.

FAMILIA MICRACTINIACEAE

GOLENKINIA Chodat, 1894.

74. ***Golenkinia*** sp.

LÁMINA 7, FIGURA 6.

Célula solitaria, esférica, con sedas o espinas delgadas que se prolongan radialmente a partir de la superficie celular. Miden 10 μm de diámetro en promedio.

La especie *Golenkinia radiata* fue reportada por Moreno-Ruíz (2005) de la cuenca del río González.

MICRACTINIUM Fresenius, 1858.

75. ***Micractinium pusillum*** Fresenius, 1858.

FRESENIUS, 1858. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 2: 236.

LÁMINA 7, FIGURA 7.

Las células se encuentran unidas parcialmente, aunque se pueden identificar como cuerpos esféricos o semiesféricos de los que irradian espinas ligeramente más anchas en la porción proximal. Cada célula mide en promedio 6 μm de diámetro.

Micractinium pusillum fue registrada como planctónica del lago de Chapultepec, Distrito Federal, por Sámano-Bishop (1934). En Tabasco, *M. pusillum* var. *ellegans* fue registrada por Moreno-Ruíz (2005) de la cuenca del río González.

FAMILIA DICTYOSPHAERIACEAE

DIMORPHOCOCCUS A. Braun

76. ***Dimorphococcus*** sp.

NO ILUSTRADA

Los organismos de esta especie fueron muy escasos, pero las células reniforme y ovoides de la colonia confirman la pertenencia a este género. Ocasionalmente se observaron algunas células individuales libres de la colonia, identificables por su forma cordada y el contenido celular repartido uniformemente y con un gránulo central.

FAMILIA SCENEDESMACEAE

Esta familia ha presentado numerosos problemas taxonómicos a los ficólogos desde hace décadas, pero recientemente se han reordenado muchos géneros y especies en base a estudios de ADN ribosomal que han permitido dilucidar las relaciones filogenéticas entre los diferentes taxa. Es especialmente interesante el caso del género *Scenedesmus*, que antiguamente fue considerado con más de 300 especies (Bourrely, 1972), pero que actualmente ha sido modificado En este trabajo se ha mantenido la antigua designación de las especies considerando el estado de debate en que todavía se encuentra la clasificación de este taxón; sin embargo, siempre que ha sido posible se hacen las aclaraciones pertinentes respecto a las sinonimias, con base en los trabajos recientes de Hegewald y Silva (1988), Wehr y Sheath (2003) y de Bold y Wynne (1985).

CRUCIGENIA C. Morren, 1830.

77. ***Crucigenia tetrapedia*** (Kirchner) W. West et G. S. West, 1902.
WEST, W. y G. S. WEST, 1902. Trans. Roy. Irish Acad., 32(B): 62.

LÁMINA 8, FIGURA 1.

El cenobio se forma con cuatro células triangulares unidas en forma cuadrangular o romboidal, quedando un espacio medio que da la apariencia de una cruz. El cloroplasto de color verde tenue aparece ligeramente granulado. Todos los especímenes observados se presentaron en tétradas solitarias, es decir en cenobios tetracelulares, nunca en grupos formados por cuatro o más tétradas. La longitud máxima de cada cenobio tetracelular mide en promedio 8 μm.

Esta especie fue encontrada por Osorio Tafall (1941) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. También ha sido citada del Estado de Oaxaca (Ortega, 1984). En Tabasco, recientemente fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en nueve localidades de la cuenca del río González.

GLOEOACTINIUM G. M. Smith

78. ***Gloeoactinium*** sp.

NO ILUSTRADA

La colonia se encuentra protegida por una envoltura mucilaginosa de forma globular, en la que las células se arreglan en subgrupos de manera radiada, es decir con sus ejes longitudinales apuntando hacia el centro, lo que da una apariencia particular a la colonia y facilita su identificación.

SCENEDESMUS Meyen, 1829.

79. ***Scenedesmus abundans***

LÁMINA 8, FIGURA 2.

El cenobio lo forman dos o cuatro células ovoideas arregladas en un mismo plano, con polos redondeados en los que se localiza una espina más corta que la longitud celular. En los cenobios de cuatro células, las marginales pueden tener también espinas en la porción ecuatorial. La longitud de cada célula, sin contar las espinas es de 12 μm en promedio.

Sámano-Bishop (1934) encontró esta especie, variedad longicauda, en el lago de Chapultepec, Distrito Federal y en el lago de Texcoco, Estado de México. Esta especie fue registrada en Tabasco por Moreno-Ruíz (2005) de tres localidades de la cuenca del río González.

80. ***Scenedesmus bicaudatus*** (Hansgirg) Chodat, 1926.
CHODAT, 1926. Zeitschr. Hydrol., 3: 248.

LÁMINA 8, FIGURA 3.

Las células, en número de 2, 4 u 8, tienen forma ovoidea y aquellas que se encuentran en los márgenes presentan sendas espinas que se arreglan alternamente una respecto a la otra. Las células centrales, cuando existen, carecen de espinas.

Moreno-Ruíz (2005) incluye esta especie en su relación de algas fitoplanctónicas de la cuenca del río González.

81. ***Scenedesmus bijuga*** Kützing, 1834.
KÜTZING, 1834. Linnaea, 8: 607.

NO ILUSTRADA

Células ovoideas o cilíndricas, con extremos redondeados, unidas en un mismo plano y a una misma altura, con membranas gruesas y conspicuas. El cenobio lo forman números pares, aunque en las muestras agua de la laguna El Balsón todos constaban de sólo dos células.

Scenedesmus bijuga ha sido reportada de aguas continentales mexicanas diversas de los estados de Hidalgo, México, Michoacán, Puebla y Oaxaca, y del Distrito Federal (Ortega, 1984). En el estado de Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) encontró esta especie en nueve localidades de la cuenca del río González.

82. ***Scenedesmus brasiliensis***

NO ILUSTRADA

Poco representada en las muestras de agua, esta especie fue uno de los miembros del género *Scenedesmus* que presentó mayores dificultades en su determinación debido a la tenue visibilidad que presentaban las costillas de la línea media de cada célula, la cual recorre longitudinalmente de polo a polo. Sin embargo, la clara presencia de dos o tres dentículos polares, a modo de

coronas diminutas, permitieron considerar la identidad de esta especie, que aun no ha sido registrada en México,

83. ***Scenedesmus denticulatus***

LÁMINA 8, FIGURA 4.

Las colonias de esta especie constan de cuatro células ovaladas arregladas a diferentes alturas respecto al nivel en que se encuentran los polos. Ocasionalmente las células también se encuentran desplazadas ligeramente del plano de la colonia, pero es más común que se arreglen todas en un mismo plano. En los polos de las células existen pequeños dentículos que pueden ser 2 (más comunmente), 3 o 1, pero también pueden faltar en alguna de las células del cenobio. Cada célula mide 14 μm por 6 μm en promedio.

Moreno-Ruíz (2005) reporta esta especie de tres sitios de la cuenca del río González.

84. ***Scenedesmus dimorphus***

LÁMINA 8, FIGURA 5.

Colonia formada por cuatro células, de las cuales las ubicadas en los lados del cenobio tienen forma fuertemente lunada, mientras que las centrales son menos cóncavas o francamente biconvexas. Las células de los extremos tienen las puntas dirigidas hacia el exterior, en tanto que las centrales se encuentran juntas por su parte convexa. Las cuatro células se presentan en un mismo plano y tienen cloroplastos verde olivo con pirenoides fácilmente visibles al microscopio fotónico.

En México esta especie ha sido reportada de Hidalgo, Oaxaca y Estado de México bajo los sinónimos de *S. acutus* y *S. obliquus*, siendo el que damos como entrada de esta nota y *S. obliquus* los prioritarios, según Ortega (1984).

Moreno-Ruíz (2005) refiere a *Scenedesmus dimorphus* de cuatro localidades de la cuenca del río González, Tabasco.

85. ***Scenedesmus longispina***

LÁMINA 8, FIGURA 6.

Aunque antiguamente considerado una variedad de *S. quadricauda* (Ortega, 1984), la diferencia marcada en tamaño y estructura de los miembros de este taxón son considerados suficientes para ubicarla como otra especie distinta

(Streble y Krauter, 1987). En las muestras de agua de la laguna El Balsón, los cenobios los formaban cuatro células ovoideas, más pequeñas (10 μm) que las de *S. quadricauda* (15 μm), de las cuales las células de los extremos presentan espinas filiformes polares casi tan largas, o más largas, que la longitud celular.

86. ***Scenedesmus opoliensis*** P. Richter, 1895.
RICHTER, P., 1895. Zeitschr. Angew. Mikr., 1: 7.

NO ILUSTRADA

Especie rara. Aunque algo parecida a *S. quadricauda*, las células tienen forma cilíndrica y extremos obtusos o francamente truncados. La pared celular es notoriamente gruesa y las células laterales poseen espinas menos largas que la longitud celular.

Fue reportada por Sámano-Bishop (1934) del Distrito Federal y por Mendoza (1973) de la laguna de Vistoria, Estado de México.

87. ***Scenedesmus quadricauda*** (Turpin) Brébisson, 1835.
BRÉBISSON y GODEY, 1835. Alg. Falaise p. 66.

LÁMINA 8, FIGURA 7.

Células relativamente grandes y robustas (15 μm de longitud promedio), de forma ligeramente poliédrica o cilíndrica. En el cenobio, formado por cuatro células arregladas en un mismo plano y nivel (respecto a sus polos), las células laterales tienen ligeras convexidades en su parte media sendas, además de presentar espinas polares relativamente gruesas. Los cloroplastos son color verde hoja y tienen pirenoides claramente visibles en microscopía de luz.

Ortega (1984) menciona localidades de los estados de México y Michoacán, y el Distrito Federal, donde esta especie ha sido encontrada. En el estado de Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) registró cuatro variedades de esta especie en la cuenca del río González.

88. ***Scenedesmus tenuispina***

LÁMINA 8, FIGURA 8.

Células ovoideas, de pared celular delgada y cloroplastos verde claro con pirenoides. Se presentan en número de dos o cuatro células por cenobio, de las cuales las laterales poseen espinas cortas, más pequeñas que la longitud mayor celular.

TETRASTRUM Chodat, 1895.

89. ***Tetrastrum staurogeniaeforme*** (B. Schroder) Lemmermann, 1900.
LEMMERMANN, 1900. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 18: 95.

LÁMINA 8, FIGURA 9.

El cenobio lo forman cuatro células algo triangulares, arregladas por sus lados planos y con los lados redondeados hacia el exterior, los cuales muestran espinas pequeñas en la superficie celular.

Esta especie fue encontrada en una laguna de estabilización de Ciudad Universitaria, Distrito Federal (Montejano y Mendoza *ex* Ortega, 1984). Por su parte, Moreno-Ruíz (2005) reportó esta especie de las lagunas Bayasú y Chifladora, del municipio de Nacajuca, Tabasco.

FAMILIA HYDRODICTYACEAE

PEDIASTRUM Meyen, 1829.

90. ***Pediastrum*** sp.

LÁMINA 9, FIGURA 1.

En el cenobio cada célula exterior presenta dos prolongaciones terminadas en engrosamientos, mientras que las células interiores son esbeltas y poliédricas, dejando entre sí grandes cavidades.

FAMILIA COCCOMYXACEAE

DISPORA Pritz

91. ***Dispora crucigenioides***

LÁMINA 9, FIGURA 2.

Colonia en forma de placa, con una envoltura mucilaginosa imperceptible al microscopio de luz. Las células son ovaladas o elipsoides, arregladas en grupos de cuatro dentro del mucílago. Un cloroplasto parietal de color verde hoja se distingue de la pared celular engrosada.

ORDEN CHAETOPHORALES

FAMILIA CHLOROSARCINACEAE

CHLOROSARCINA

92. ***Chlorosarcina*** sp.

LÁMINA 9, FIGURA 3.

Células cuadrangulares a triangulares arregladas dentro de una matriz gelatinosa de forma ovoidea. Las células se acomodan angularmente, es decir, los extremos coincidentes de las células son paralelos entre sí, dejándo un espacio entre ellas. Presentan color verde claro y contenido homogéneo.

FAMILIA MESOTAENIACEAE

ROYA

93. ***Roya*** sp.

NO ILUSTRADA

Con cierta incertidumbre damos como identificado este género en las muestras de agua de la laguna El Balsón, en vista de que es un taxón propio de climas fríos o templados y no reportado en los trópicos. Sin embargo, la gran coincidencia de los especímenes de nuestras muestras con *Roya obtusa* (Prescott et al., 1972) nos ha inclinado a incluirlo en este catálogo. Tiene forma cilíndrica, ligeramente curveada, con pared engrosada y un cloroplasto que se encuentra mayormente ubicado hacia la parte media de la célula. Hay tres a cinco pirenoides observables como granos oscuros.

FAMILIA DESMIDIACEAE

CLOSTERIUM Nitzsch *ex* Ralfs, 1848.

94. ***Closterium aciculare***

LÁMINA 9, FIGURA 4.

Células muy esbeltas y fusiformes, con extremos finos y transparentes. Los cloroplastos son verde claro y poseen varios pirenoides. Miden 280 μm de longitud promedio.

Ortega (1984) cita los autores que la han encontrado en México, en los estados de México, Michoacán y Puebla, y el Distrito Federal.

95. ***Closterium cornu***

NO ILUSTRADA

Esta conjugada tiene forma esbelta, poco arquedad y con puntas agudas de apariencia hialina. Los cloroplastos son oscuros y con varios pirenoides ubicados en el eje longitudinal.

Esta especie fue reportada de la laguna del Castillo, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, por Sámano-Bishop (1948).

96. ***Closterium jenneri*** Ralfs, 1848.

RALFS, 1948. Brit. Desmid. p. 167.

LÁMINA 9, FIGURA 6.

Sámano-Bishop (1934) registró esta especie en el lago de Chapultepec y el lago de Texcoco, Distrito Federal y estado de México, respectivamente.

97. ***Closterium littorale***

LÁMINA 9, FIGURA 7.

Célula solitaria poco curveada, con la porción media cóncava algo abultada y mostrando una zona hialina con una mancha oscura central. Los extremos son agudos y hialinos.

Mendoza (1973) encontró esta especie en laguna de Victoria, Tianguistenco, Estado de México.

98. ***Closterium parvulum*** var. ***majus***

LÁMINA 9, FIGURA 6.

Célula fuertemente arqueada, lunada, con extremos muy agudos y terminados en finas puntas transparentes. Generalmente existen ocho pirenoides arreglados longitudinalmente.

Ha sido reportada del Distrito Federal (lago de Chapultepec y lago de Xochimilco) y del Estado de México (lago de Texcoco)(Sámano- Bishop, 1934), así como de la laguna de San Felipe Xochiltepec, Puebla (Rioja, 1942).

99. ***Closterium*** sp.

NO ILUSTRADA

Células solitarias, fusiformes y muy esbeltas, con las puntas hialinas y cloroplastos con cinco pirenoides. Miden 182 μm en promedio.

COSMARIUM Corda *ex* Ralfs, 1848.

100. ***Cosmarium*** sp. 1

LÁMINA 10, FIGURA 1.

Las semicélulas muestran un perfil elíptico, no semicirculares, con superficies parietales rugosas granulares. El seno o abertura es menor que el ancho del istmo y muy estrecho. El color de los cloroplastos es verde hoja, con poca diferenciación interior.

101. ***Cosmarium*** sp. 2

LÁMINA 10, FIGURA 2.

Semicélula reniforme, con suaves ondulaciones de la pared celular. Aunque cada seno es aproximadamente del mismo tamaño que el istmo, en la parte interior de aquellos es apreciable una mayor abertura que en la porción cercana a los polos de las semicélulas. Contenido heterogéneo en forma de dos masas por cada semicélula.

102. ***Cosmarium*** sp. 3

LÁMINA 10, FIGURA 3.

Las semicélulas son algo poligonales, con su parte media externa apreciablemente paralela respecto a su contraparte; toda la superficie es ondulada. Dos masas relativamente grandes se encuentran ubicadas hacia la porción media de cada semicélula. El istmo es angosto.

103. ***Cosmarium undulatum***

LÁMINA 10, FIGURA 4.

Superficie ondulada y gruesa, prolongándose en un perfil semielíptico, interrumpido por senos poco profundos y escasamente abiertos.

En México han sido registradas dos variedades de esta especie (Ortega, 1984). Aunque en Tabasco Moreno-Ruíz (2005) registró cuatro especies de este género, ésta especie no está incluida en esa relación.

EUASTRUM Ehrenberg *ex* Ralfs, 1848.

104. ***Euastrum*** sp.

NO ILUSTRADA

Especie sumamente escasa en las muestras de agua de la laguna estudiada. El contorno de la semicélula muy poco ondulado y con forma tetragonal, con rebordes poco pronunciados en las convexidades medias.

DIVISIÓN EUGLENOPHYTA

ORDEN EUGLENALES

FAMILIA EUGLENACEAE

EUGLENA Ehrenberg, 1830.

105. ***Euglena acus*** (O. F. Müller) Ehrenberg, 1830.
EHRENBERG, 1830. Ann. Phys. Chem.. ser. 2, 18: 508.

LÁMINA 11, FIGURA 1.

Ha sido una especie bastante registrada en algunas de sus variedades (Ortega, 1984). La encontrada en la laguna El Balsón parece pertenecer a la variedad *E. a.* var. *longissima* Deflandre, ya que sus dimensiones fueron de 182 μm de longitud promedio por 12 μm de ancho promedio.

106. ***Euglena gracilis*** Klebs, 1883.
KLEBS, 1883. Untersuch. Bot. Inst. Tübingen, 1: 3003.

LÁMINA 11, FIGURA 2.

Fue uno de los euglénidos más frecuentemente encontrados en las muestras de agua. Mide 35 μm de longitud promedio. Es una especie muy metabólica, cambiante en forma, desde fusiforme a vermiforme. La célula tiene cloroplastos en forma de placa con un pirenoide cada uno. Gránulos de paramilon pequeños, ovalados o en forma de bastón. Flagelo bastante largo, casi el doble de la longitud celular.

En la lista de protozoarios de vida libre elaborada por López-Ochoterena y Roure-Cané (1970) aparece citada esta especie.

107. ***Euglena rostrifera*** L. P. Johnson, 1944.
JOHNSON, 1944. Trans. Amer. Micr. Soc., 63: 124.

NO ILUSTRADA

Célula pronunciadamente abombada en la parte media, con el extremo posterior terminado en una punta aguda, mientras que el extremo anterior es redondeado. Cloroplastos abundantes y de color verde oscuro.

Según Ortega (1984), esta especie ha sido reportada del Distrito Federal.

108. ***Euglena rubra***

LÁMINA 11, FIGURA 3.

Euglénido relativamente grande y ancho, con abundantes cromoplastos que proporcionan colorido rojizo al interior de la célula. La parte posterior es terminada en una punta hialina.

109. ***Euglena*** sp.

LÁMINA 11, FIGURA 4.

Célula muy voluminosa y de lados convexos, con grandes cloroplastos elipticos sin pirenoides apreciables. Gránulos de paramilon esféricos y en poco número.

Cinco especies de este género fueron encontradas por Moreno-Ruíz (2005) en la cuenca del río González.

110. ***Euglena viridis*** (O. F. Müller) Ehrenberg, 1830.
EHRENBERG, 1830. Ann. Phys. Chem., 18: 507.

NO ILUSTRADA

Fusiformes, con cloroplastos acintados y dirigidos hacia un pirenoide notablemente grande de color oscuro. Segunda mitad del cuerpo más ancha que la primera. E. viridis ha sido registrada del Distrito Federal y de los estados de México y Morelos (Ortega, 1984).

LEPOCINCLIS Perty, 1849.

111. ***Lepocinclis caudata***

LÁMINA 12, FIGURA 1.

Célula fusiforme, con el extremo anterior obtuso y con una pequeña invaginación de la que surge el flagelo. En México no ha sido citada esta especie anteriormente.

112. ***Lepocinclis ovum*** (Ehrenberg) Lemmermann, 1901.
LEMMERMANN, 1901. Ber. Deutsch. Bot. Ges. , 19: 88.

LÁMINA 12, FIGURA 2.

Célula solitaria de forma ovalada con el extremo posterior prolongado en una punta obtusa muy corta. Un flagelo más o menos del doble de la longitud celular nace de una saliente mamiloide poco pronunciada.

Se ha dado como localidad de esta especie los canales de Xochimilco, en el Distrito Federal (Ortega, 1984).

113. ***Lepocinclis salina***

LÁMINA 12, FIGURA 3.

Superficie con finas estriaciones arregladas de forma espiral. La célula es ovoidea y posee gran número de cloroplastos elípticos relativamente grandes. El estigma es tan grande como los cloroplastos.

En México esta especie ha sido citada como *L. texta* (Ortega, 1984).

PHACUS Dujardin, 1841.

114. ***Phacus horridus***

LÁMINA 13, FIGURA 1.

Célula de forma elipsoidal u ovalada, ornamentada en toda la superficie por hileras de espinas ligeramente curveadas; la parte posterior se extiende en forma de un apéndice recto que tiene aproximadamente una cuarta parte del tamaño del resto del cuerpo. En su base este apéndice también posee espinas, pero en su mayor extensión carece de ellas.

El orificio de salida del flagelo se extiende en forma de un proceso mamilado que sobresale ligeramente del borde celular, mismo que se encuentra interrumpido de manera algo recta. Las células miden en promedio 39 μm de longitud y 20 μm de ancho.

En nuestras muestras de agua fue sumamente escasa, siendo encontrada en la zona de mayor transparencia y profundidad. Esta especie no había sido citada para México, pero Conforti (1998) la ha referido del nordeste de Argentina y Ruiz y Conforti (1998) la describen de la zona de San Isidro, Buenos Aires, Argentina; dichas autoras se refieren a esta especie como de distribución cosmopolita.

115. ***Phacus longicauda*** Ehrenberg) Dujardin, 1841.
DUJARDIN, 1841. Infusoires. p. 337.

LÁMINA 13, FIGURA 2.

Ortega (1984) cita esta especie como *Phacus longicaudus*, mencionando algunas localidades de México en donde ha sido encontrada por diferentes autores, tanto del Distrito Federal como del estado de México.

Es una especie muy conspicua por el largo apéndice caudal, que puede representar casi cuatro quintas partes de la longitud del resto de la célula. La estriación es paralela y longitudinalmente coincidente con el eje principal. Los cloroplastos son numerosos y de pequeño tamaño.

En el estado de Tabasco esta especie fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en tres localidades de la cuenca del río González.

116. ***Phacus*** sp.

LÁMINA 13, FIGURA 3.

La célula muestra una espina en posición oblicua hialina. Pocos cloroplastos logran distinguirse en el interior del citoplasma, mismo que se encuentra engrosado hacia la porción media. Las estrías son sencillas y cruzan la longitud

celular en forma de líneas paralelas al eje mayor. Una muesca aparece en la porción más convexa de la célula.

117. ***Phacus triqueter***

LÁMINA 13, FIGURA 4.

Célula con una espina oblicua, corta y aguda. Pocos cloroplastos circulares repartidos en el interior espaciadamente. Una saliente en forma de quilla da a la célula una apariencia triangular cuando se observa al organismo desde el extremo anterior.

STROMBOMONAS Deflandre, 1930.

118. ***Strombomonas*** sp.

LÁMINA 13, FIGURA 5 y 6.

Especie abundante en las muestras de agua de la laguna estudiada, casi siempre asociada a abundantes detritus orgánicos. Lóriga rugosa y terminada en una prolongación con apariencia articulada. El cuello bastante destacado y ancho, con una abertura de forma oblicua rodeada de rebordes. La longitud máxima de este organismo alcanzó los 42 µm en promedio, con el cuello de 8 µm y la parte posterior de apariencia telescópica de 6 µm en promedio. La anchura máxima fue de 24 µm y la abertura del cuello de 8 µm, en promedio.

En su trabajo de algas fitoplanctónicas de la cuenca del río González, Tabasco, Moreno-Ruíz (2005) cita a *Strombomonas verrucosa* var. 1.

119. ***Strombomonas urceolata***

NO ILUSTRADA

Parecida a la especie anterior pero sin la abertura oblicua y con la superficie corporal lisa y más transparente. Especie poco numerosa. No había sido citada para México, hasta ahora.

TRACHELOMONAS Ehrenberg, 1833.

120. ***Trachelomonas abrupta*** f. ***angustata*** Deflandre, 1926.

DEFLANDRE, 1926. Monographie du genre *Trachelomonas*. Neumors, p. 93.

LÁMINA 14, FIGURA 1.

Lóriga lisa o muy finamente punteada, cilindrica elipsoidal, con el poro flagelar ligeramente engrosado en forma de un anillo. En el extremo contrario al poro la lóriga es ligeramente obtusa o triangular.

121. ***Trachelomonas armata***

LÁMINA 14, FIGURA 2.

Especie de forma ovoidea, con las porciones anterior y posterior cubiertas de espinas, siendo las posteriores mayores y curveadas. Un cuello corto formado de una corona de espinas obtusas resalta sobre la superficie anterior.

122. ***Trachelomonas caudata***

NO ILUSTRADA

Lóriga ovoide terminada en una espina larga y apuntada. El poro no presenta un cuello perceptible.

123. ***Trachelomonas hispida***

LÁMINA 14, FIGURA 3.

Superficie de la lóriga cubierta en su totalidad de pequeñas y finas espinas filiformes. El cuello es poco prominente y sólo formado por una reborde engrosado.

Fue una de las especies del género *Trachelomonas* con mayor presencia en las muestras de agua de la laguna El Balsón. En nuestro país ha sido registrada por varios autores (Ortega, 1984), mientras que en Tabasco fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en las lagunas Bayazú y Provecho, del municipio de Nacajuca.

124. ***Trachelomonas oblonga***

NO ILUSTRADA

Lóriga ovoidea, casi subesférica, con finas puntuaciones en la superficie; la abertura del flagelo muestra un engrosamiento que sobresale poco de la superficie de la cubierta.

125. ***Trachelomonas scabra*** var. ***ovata*** f. ***minor***

LÁMINA 14, FIGURA 4.

Superficie de la lóriga ovoidea muy rugosa. El cuello es pronunciado y ancho y se extiende lateralmente en forma de un corto tubo. No hay registro de esta variedad en nuestro país, anterior a este reporte.

126. ***Trachelomonas scabra*** var. ***scabra***

LÁMINA 14, FIGURA 5.

Lóriga relativamente pequeña, de forma ovoidea y con la superficie muy rugosa. Esta variedad no había sido citada para México.

127. ***Trachelomonas volvocina***

LÁMINA 14, FIGURA 6.

Lóriga esférica y con un engrosamiento de la abertura flagelar. Cuando la célula ha muerto, la lóriga se vuelve transparente y adquiere un color rojizo. El diámetro promedio de la lóriga fue de 10 µm, con un poro flagelar de 1-2 µm.

Localidades del Distrito Federal, Hidalgo, Morelos, Estado de México, Nuevo León y Tlaxcala han sido señaladas como hábitats de esta especie (Ortega, 1984). Por su parte, Moreno-Ruíz (2005) la registró de la laguna Julivá, municipio de Nacajuca, Tabasco.

128. ***Trachelomonas volvocinopsis***

NO ILUSTRADA

Especie muy parecida a la anterior, excepto por las dimensiones (15 µm de diámetro en promedio) y por la posesión de un collar más grueso y prolongado hacia el interior que el de *T. volvocina*. No existen registros anteriores de esta especie en México.

FAMILIA PERANEMACEAE

ENTOSIPHON Stein

129. ***Entosiphon sulcatum*** (Dujardin) Stein, 1878.

STEIN, 1878. Org. Infusionsthiere, 3(1): 17-25.

NO ILUSTRADA

Por sus hábitos holotróficos y ausencia de cloroplastos ha sido considerada esta especie como un protozoario, aunque algunos ficólogos consideran que tiene relaciones filogenéticas con algunos euglénidos.

Albores-Celorio (1969), en su tesis profesional la ha descrito de la laguna de Zempoala, entre los estados de México y Morelos.

PERANEMA Dujardin, 1841.

130. ***Peranema trichophorum*** (Ehrenberg) Stein, 1859.
STEIN, 1859. Org. Infusionsthiere, 1: 76.

NO ILUSTRADA

Células solitarias incoloras, con un largo flagelo que vibra durante la natación en el extremo distal, dando la apariencia de ondulaciones minúsculas, mientras que el resto del flagelo permanece rectilíneo. La célula tiene una forma que recuerda a un frasco o botella, con el extremo anterior angosto. Mide 52 µm de longitud en promedio.

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA

SUBDIVISIÓN XANTHOPHYCEAE (HETEROKONTAE)

ORDEN MISCHOCOCCALES

FAMILIA PLEUROCHLORIDACEAE

BOTRYDIOPSIS Borzi, 1889.

131. ***Botrydiopsis*** sp.

LÁMINA 15, FIGURA 1.

Las células son solitarias, esféricas, con la membrana relativamente gruesa y numerosos cloroplastos de color verde oscuro. Su diámetro promedio es de 16 µm. Ocasionalmente pueden encontrarse reunidas algunas células para formar una pseudocolonia de tres o más células.

GONIOCHLORIS Geitler, 1928.

132. ***Goniochloris sculpta***

LÁMINA 15, FIGURA 2.

Célula voluminosa y triangular, con la superficie muy rugosa y engrosada. En los lados se aprecian las rugosidades de la pared incluso a bajos aumentos del microscopio fotónico.

Esta especie fue reportada por Moreno-Ruíz (2005) de la laguna Provecho, del municipio de Nacajuca, Tabasco.

133. ***Goniochloris*** sp.

NO ILUSTRADA

Células ligeramente triangulares, con los vértices desplazados del plano general de la célula, lo que da la apariencia de una ligera torsión. La membrana es rugosa y gruesa. La longitud máxima de la célula es de 17 μm en promedio.

KERIOSPHAERA Pascher, 1939.

134. ***Keriosphaera gemma***

LÁMINA 15, FIGURA 3.

Célula esférica, con varias estructuras circulares espaciadas cubriendo la superficie parietal. No fue una especie abundante en las muestras de agua de la laguna en estudio.

No existen registros previos de esta especie en Mèxico.

SUBDIVISIÓN CHRYSOPHYCEAE

ORDEN CHROMULINALES

FAMILIA CHROMULINACEAE

CHROMULINA Cienkowsky

135. ***Chromulina pascheri***

LÁMINA 15, FIGURA 4.

Fue muy abundante en las muestras de agua de los meses de agosto y noviembre, en especial en las preparaciones realizadas mediante filtración en membrana. La célula es rojiza-amarillenta, con cromoplastos de un color pardo-rojizo oscuro que se observan en forma de "U" o de copa. En ocasiones la pared celular muestra extensiones pequeñas que sobresalen del perfil de la membrana.

OIKOMONAS (OICOMONAS) W. S Kent.

136. ***Oikomonas*** (***Oicomonas***) sp.

NO ILUSTRADA

Este género regularmente no es considerado por una parte de los ficólogos, sin embargo es muy conocido por los protozoólogos. Ortega (1984) lo cita de la forma en que se anota aquí entre paréntesis. Bourrelly (1968) tampoco lo trata en su obra, pero lo considera cercano a *Heterochromulina*.

Las células son pequeñas (5 µm de longitud promedio), aproximadamente piriformes y color pardo rojizo. En México sólo ha sido citada *O. termo* (Ortega, 1984).

ORDEN OCHROMONADALES

FAMILIA OCHROMONADACEAE

OCHROMONAS Wyssotzky, 1887.

137. ***Ochromonas minuta***

LÁMINA 15, FIGURA 5.

Células independientes muy pequeñas (6 µm de longitud promedio), con dos cromoplastos pardo rojizos y dos vacuolas contráctiles. En fresco las células son metábolas, pero fijadas con un preservador mantienen un perfil cordiforme. Ortega (1984) no cita esta especie en su catálogo de algas continentales de México.

138. ***Ochromonas*** sp.

NO ILUSTRADA

Células de 12 μm de longitud promedio, con dos cloroplastos pardos y una pequeña mancha ocular de posición anterior. Presenta dos flagelos, de los cuales uno es bastante corto. La célula tiene forma trilobular, con un extremo terminado en una punta obtusa.

FAMILIA DINOBRYACEAE

DINOBRYON Ehrenberg, 1834.

139. ***Dinobryon*** sp.

LÁMINA 15, FIGURA 6.

Formas solitarias, con la teca en forma de copa o embudo terminado en una espina. La célula flagelada interior es ovoide y no ocupa todo el espacio de la lóriga.

Dinobryon divergens fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en la laguna Provecho, del municipio de Nacajuca, Tabasco.

FAMILIA SYNURACEAE

SYNURA Ehrenberg, 1834.

140. ***Synura*** sp.

NO ILUSTRADA

Colonia formada por células ovoideas de color amarillento, arregladas radialmente y con los flagelos dispuestos hacia el exterior. El diámetro promedio de una colonia es de 130 μm.

SUBDIVISIÓN BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMACEAE)

ORDEN CENTRALES

FAMILIA COSCINODISCACEAE

CYCLOTELLA (Kützing) Brébisson, 1838.

141. ***Cyclotella meneghiniana*** Kützing

LÁMINA 16, FIGURA 1.

Recientemente, esta especie ha sido clasificada como perteneciente a un nuevo género, *Stephanocyclus* Skabitschevsky, separado del género original con base en estudios de microscopía electrónica de barrido y de genoma del cloroplasto (Bourne, 1990). El argumento principal ha sido que *Cyclotella* muestra siempre una pared frustular formada por dos capas, lo cual no ocurre en el caso particular de la originalmente designada *C. meneghiniana*; y en las relaciones filogenéticas más cercanas de esta última especie con especies de *Thalassiosira*. Sin embargo, dado que la propuesta de una nueva designación para *Cyclotella meneghiniana* aún se encuentra en discusión entre los ficólogos, en este trabajo se ha optado por mantener la antigua designación de la especie.

En vista valvar, la forma de la frústula de estos organismos es circular, de apariencia simétrica, con un área central lisa y un área periférica formada por costillas cortas y gruesas dispuestas radialmente.

Es una de las especies más comunes de las aguas lóticas y lénticas en el estado de Tabasco. Debido a las modificaciones que muestra este género en el tamaño de la frústula y el número de costillas, dependiendo de las condiciones de temperatura y nutrientes (Margalef, 1969), tanto las dimensiones como el número de ornamentaciones presentan mucha variación, con un número promedio de 20 costillas de y un diámetro promedio de 10 μm.

Ortega (1984) hace mención de la colecta de esta especie realizada por Cleve y Müller en San Miguel Regla, Hidalgo. Notario (1998) ha registrado esta especie de la laguna de las Ilusiones, municipio del Centro, Tabasco, destacando su importancia como indicadora del proceso de eutroficación. Asimismo, Moreno-Ruíz (2005) la cita de las nueve estaciones de colecta estudiadas en la cuenca del río González.

MELOSIRA C. Agardh, *nom. cons.*, 1824.

142. ***Melosira roseana*** Rabenhorst

LÁMINA 16, FIGURA 2.

Las frústulas, circulares en vista valvar, presentan gran cantidad de poros diminutos y tres grandes ocelos situados en el centro de la valva. Estos organismos nunca fueron encontrados formando cadenas largas, sino en

parejas o solitarias. El género *Melosira* actualmente es considerado sinónimo de *Aulacoseira* Thwaites, pero en este trabajo hemos mantenido la antigua designación debido a la falta de consenso entre los ficólogos para aceptar el cambio de nombre.

STEPHANODISCUS Ehrenberg, 1845.

143. ***Stephanodiscus*** sp

NO ILUSTRADA

Con un diámetro promedio de 18 μm, las frústulas de esta especie tienen forma circular en vista valvar y presentan hileras radiales de poros muy finos que van desde la periferia hasta el centro de la valva. Son notorias varias espinas pequeñas marginales que sobresalen del contorno valvar.

ORDEN PENNALES

FAMILIA FRAGILARIACEAE

SYNEDRA Ehrenberg, 1830.

144. ***Synedra ulna***

LÁMINA 16, FIGURA 3.

En vista valvar es esbelta y muy alargada, algo fusiforme hacia los extremos, llegando a medir 270 μm de longitud por 7 μm de anchura, en promedio. En un espacio de 10 μm se encuentran 9 estrías hacia la parte media.

Ortega (1984) cita tres variedades de *Synedra ulna* encontradas en nuestro país. Esta especie fue citada por Molina (2000) de la región de Tres Brazos, en el municipio de Centla, Tabasco. Por su parte, Moreno-Ruíz (2005) encontró *S. ulna* en ocho localidades de la cuenca del río González.

FAMILIA EUNOTIACEAE

EUNOTIA Ehrenberg, 1837.

145. ***Eunotia pectinalis*** var. ***minor***

LÁMINA 16, FIGURA 4.

En vista valvar la frústula tiene forma alargada, de bastón, con extremos algo angostos, ligeramente curveada y cruzada transversalmente por finas estrías que en número de 8 o 9 ocupan un espacio de 10 µm. La longitud de la frústula es de 32 µm y la anchura es de 6 µm, en promedio.

FAMILIA ACHNANTHACEAE

ACHNANTHES Bory, 1822.

146. ***Achnanthes hustedtii*** (Krasske) Reimer.
Krasske, 1923. Bot. Arch., 3: 193.

NO ILUSTRADA

Tiene frústulas elíptico-oblongas, simétricas respecto a los ejes apical y transapical, pero muestran cierta flexión cerca de éste último eje, lo cual comúnmente ocasiona que la valva rafídea sea algo cóncava, mientras que la valva sin rafe sea convexa. El rafe es rectilíneo y con extremos poco distinguibles, aunque en la porción central se engrosa ligeramente. La valva con rade tiene un área axial lineal y un área central de forma más o menos rectangular. Las estrías son líneas de puntos apenas distinguibles al mayor aumento, y están arregladas de manera evidentemente radial. La valva con pseudorafe tiene estrías algo más cortas que las de la valva rafídea. También el espacio axial de la valva con pseudorafe es más ancho que en la otra valva.

Una longitud promedio de 19 µm y una anchura promedio de 8 µm, fue determinada en los especimenes encontrados, mientras que el número de estrías presentes en un espacio de 10 µm fue 18.

Es común que esta especie se encuentre como ticoplanctónica debido a que se fija a sustratos. Patrick y Reimer (1966) la citan como propia de agua alcalinas y de medios expuestos a aguas rápidas y cascadas. En la presente investigación, aunque no apareció durante los conteos, en las preparaciones correspondientes a la estación 3 del 16 de noviembre de 2003, elaboradas mediante la técnica de digestión ácida estuvo presente con mediana frecuencia. Su aparición en las mencionadas muestras se atribuye a la abundancia de detritus vegetal sobrenadante en ese punto de la laguna, el cual se acumulaba frente a una barrera de jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) que se interponía al movimiento de las aguas producido por el caudal de origen pluvial de los cercanos afluentes.

FAMILIA NAVICULACEAE

DIPLONEIS Ehrenberg *ex* Cleve, 1894.

147. ***Diploneis puella***

LÁMINA 16, FIGURA 5.

Valvas elípticas, con costillas transversales radiales, bien marcadas, que en número de 10 ocupan un espacio de 10 µm. La longitud de la frústula es de 18 µm y la anchura de 11 µm, en promedio.

Osorio-Tafall (1941) registró esta especie del lago de Pátzcuaro, Michoacán. De Tabasco ha sido citada por Molina (2000) habitando suelos inundables de la región de Tres Brazos, en el municipio de Centla.

FRUSTULIA Rabenhorst, *nom. cons.*, 1853.

148. ***Frustulia rhomboides***

LÁMINA 16, FIGURA 6.

En vista valvar la frústula tiene forma de un rombo alargado con la superficie cubierta de estrías entrecruzadas que dan la apariencia de una fina retícula. El rafe es recto, con los nódulos polares hialinos, parecidos a puntas de flechas de contornos romos.

Ortega (1984) refiere que esta especie ha sido encontrada en los estados de Hidalgo y Oaxaca.

NAVICULA Bory, 1822.

149. ***Navicula*** sp.

NO ILUSTRADA

Valvas de forma elipsoide, alargadas, con rafes muy tenues y rectilíneos. Su longitud es de 18 µm y la anchura de 8 µm, en promedio.

PINNULARIA (Ehrenberg) Ehrenberg, *nom. cons.*, 1843.

150. ***Pinnularia nobilis***

LÁMINA 17, FIGURA 1.

Frústulas bastante grandes (150 µm de longitud promedio), en forma de puro, con los extremos redondeados. El rafe es ligeramente sinuoso y en los polos adquiere forma de gancho. Las costillas son gruesas y en número de 6 en un espacio de 10 µm.

Ortega (1984) cita localidades de los estados de Hidalgo y México, donde ha sido encontrada esta especie.

151. ***Pinnnularia*** sp.

LÁMINA 17, FIGURA 2.

Frústulas alargadas con extremos capitados. Las costillas son gruesas y radialmente dispuestas, dejando un espacio libre hacia la parte media de la valva.

FAMILIA GOMPHONEMACEAE

GOMPHONEMA Ehrenberg, *nom. cons.*, 1832.

152. ***Gomphonema subclavatum***

LÁMINA 17, FIGURA 3.

Valva en forma de mazo, con un extremo más angosto que el otro. Las estrías son poco radiales y dejan un campo axial ancho por el que discurre el rafe rectilíneo y un poco ancho hacia la parte media. Mide 61 µm de longitud y 12 µm de anchura, en promedio. Hacia la porción media se encuentran de 8 a 10 estrías en un espacio de 10 µm.

Ortega (1984) menciona dos variedades de esta especie encontradas en México.

FAMILIA CYMBELLACEAE

AMPHORA Ehrenberg *ex* Kützing, 1844.

153. ***Amphora ovalis*** (Kützing) Kützing, 1844.
Kützing, F. T., 1844. Bacillarien. pág. 107.

LÁMINA 17, FIGURA 4.

El perfil general de la frústula de estos organismos es eliptico, con los polos truncados, engrosada centralmente. En vista conectiva es ligeramente lunada y capitada, con el rafe visible hacia el lado cóncavo. En vista valvar, tiene estrías lineales y poco radiales, formadas por puntuaciones distinguibles, las cuales dejan un amplio espacio central.

Miden en promedio 15 µm de longitud y 8 µm de anchura, mientras que el número de estrías que caben en 10 µm es de 16 a 18.

Aunque fue colectada por C. G. Ehrenberg en Hidalgo y Jalisco, de sedimentos de ríos (Ortega, 1984), no ha sido descrita por autores nacionales. Molina (2000) cita esta especie como presente en los suelos inundables de la región de Tres Brazos, Centla, Tabasco. En su trabajo sobre el fitoplancton de cuerpos de agua de la cuenca del río González, esta especie fue enlistada por Moreno-Ruíz (2005).

CYMBELLA C. Agardh, 1830.

154. ***Cymbella turgida***

LÁMINA 17, FIGURA 5.

Frústulas asimétricas, con un lado muy convexo en vista valvar. Las estrías son transversales y gruesas, algo radiales, concluyendo muy cerca del rafe, que es ligeramente sinuoso. Esta especie comunmente es de hábitats perifíticos, pero se le puede encontrar como ticoplanctónica, como en el caso de esta investigación y de los reportes que se han dado para los estados de Hidalgo y México (Ortega, 1984).

FAMILIA EPITHEMIACEAE

RHOPALODIA O. Müller, 1895.

155. ***Rhopalodia gibba***

NO ILUSTRADA

En vista conectiva esta especie tiene forma alargada, con los extremos redondeados y pequeñas muescas en la parte media de las valvas. La cintura o cíngulo es ancho, en forma de banda hialina. Las estrías son transversales,

muy finas y cercanas entre sí, interrumpidas por bandas longitudinales angostas y oscuras, que recorren la parte media axial valvar.

Esta especie ha sido reportada de los estados de Coahuila, Hidalgo y Michoacán (Ortega, 1984). En Tabasco fue encontrada por Moreno-Ruíz (2005) en la laguna Provecho y en el río González.

FAMILIA NITZSCHIACEAE

HANTZSCHIA Grunow, 1877.

156. ***Hantzschia amphioxys*** Ehrenberg

LÁMINA 18, FIGURA 1.

Frústula relativamente grande (253 μm de longitud y 14 μm de anchura), con los extremos ligeramente curveados en dirección contraria a la del rafe. Encontrada abundantemente en la colecta de agua de la estación 3, del día domingo 16 de noviembre del 2003.

Ortega (1984) menciona localidades de los estados de Coahuila, Hidalgo y Michoacán en que esta especie ha sido registrada. En la relación de microorganismos de la región de Tres Brazos, Tabasco, Molina (2000) incluye esta especie.

NITZSCHIA Hassall, 1845.

157. ***Nitzschia amphibia*** Grunow

NO ILUSTRADA

Frústula naviculoide en vista valvar, con el rafe situado a un costado y marcado con puntos oscuros relativamente grandes. Estrías transversales conspicuamente formadas por puntuaciones finas. Mide 22 μm de longitud y 5 μm de anchura.

Ortega (1984) refiere que esta especie fue colectada por J. Tempère de una localidad mexicana no detallada.

Notario (1998) menciona esta especie en su trabajo sobre la relación de la eutroficación con las diatomeas de la laguna de las Ilusiones, en el municipio del Centro, Tabasco.

158. ***Nitzschia palea*** (Kützing) W. Smith

LÁMINA 18, FIGURA 2.

Valvas fusiformes, angostas y alargadas, con los extremos terminados en puntas ligeramente redondeadas. Las estrías transversales son muy finas, casi imperceptibles al microscopio fotónico, excepto con resoluciones muy altas.

159. ***Nitzschia (Nitzschiellae) acicularis*** var. ***closterioides***

LÁMINA 18, FIGURA 3.

Frústula muy delgada, con la porción media de mayor grosor que los extremos, los cuales se extienden como brazos delgados algo sigmoideos.

En su catálogo de algas continentales mexicanas Ortega (1984) no menciona esta especie. Notario (1998) refiere a *Nitzschia acicularis* Hassall de aguas abiertas de la laguna de las Ilusiones, en el municipio del Centro, Tabasco. Moreno-Ruíz (2005) cita la misma especie, sin definir variedad, de tres localidades de la cuenca del río González.

160. ***Nitzschia (Tryblionellae) tryblionella*** var. ***victoriae*** Grunow

NO ILUSTRADA

Valvas ampliamente engrosadas y elípticas, con grandes costillas transversales. No existen registros anteriores de esta especie en Tabasco, aunque Moreno-Ruíz (2005) refiere el género *Tryblionella* con dos especies colectadas en la cuenca del río González.

DIVISIÓN PYRRHOPHYTA

CLASE DINOPHYCEAE

ORDEN DINOKONTAE

FAMILIA GYMNODINIACEAE

GYMNODINIUM

161. ***Gymnodinium*** sp.

NO ILUSTRADA

Forma globosa, con abundantes cloroplastos estrechamente empaquetados, con una membrana delgada. El surco y la cintura son muy tenues y angostos.

Cuatro especies (dos de ellas indeterminadas) fueron encontradas por Moreno-Ruíz (2005) en la cuenca del río González.

FAMILIA GLENODINIACEAE

GLENODINIUM

162. ***Glenodinium*** sp.

LÁMINA 19, FIGURA 1 y 2.

Fue una de las especies más comunes en todas las estaciones de muestreo, aunque en pocas de ellas se presentó como dominante. Las células tienen forma ovoide, casi esférica, pero en vista superior se aprecian de forma elipsoidal. La pared celular es evidente y relativamente gruesa, persistiendo después de la muerte de la célula. El surco transversal es ligeramente helicoidal y muy ancho respecto a la célula completa, con los bordes sobresaliendo perceptiblemente del perfil de la teca. El surco longitudinal es corto, algo profundo. con la abertura del flagelo visible al microscopio fotónico. La longitud promedio de la teca fue de 32 μm.

Moreno-Ruíz (2005) cita *Glenodinium* cf. *kulczinskii* de dos localidades tabasqueñas (Jalapita y la laguna Provecho).

FAMILIA PERIDINIACEAE

PERIDINIUM

163. ***Peridinium*** sp.

LÁMINA 19, FIGURA 3 y 4.

Especie responsable de la floración ocurrida en mayo de 2003. La lóriga es piriforme, con la epiteca más grande que la hipoteca. Aquella se angosta hacia la parte superior donde se encuentra un poro ancho y conspicuo. La cintura es ancha y sobresaliente, muy poco oblicua. El sulco es corto y con el orificio de salida del flagelo bastante visible.

Este género fue colectado por Moreno-Ruíz (2005) en localidades de la cuenca del río González.

ORDEN DINOCAPSALES
FAMILIA GLOEODINIACEAE

GLOEODINIUM (HEMIDINIUM Stein)

164. ***Gloeodinium*** (***Hemidinium***) sp.

NO ILUSTRADA

Recientemente, Pfiester y Highfill, 1993 *ex* Wehr y Sheat (2003) reconocieron que la supuesta colonia de *Gloeodinium*, formado por una cubierta mucilaginosa que encierra células redondeadas es un estadío del ciclo de vida de *Hemidinium*. Con reservas se incluye esta fase como perteneciente al referido género.

DIVISION CRYPTOPHYTA

FAMILIA CRYPTOMONADACEAE

CHILOMONAS Ehrenberg, 1832.

165. ***Chilomonas oblonga***

LÁMINA 19, FIGURA 5 y 6.

Célula de forma ovalado-cilíndrica, con el extremo posterior no adelgazado, lo que la distingue de *Chilomonas paramecium*.

Los organismos de esta especie carecen de cloroplastos, pero los gránulos de almidón son apreciables con una coloración verde-azulosa. Cuando los individuos están recién fijados, se observa que uno de los flagelos queda ligeramente curveado hacia atrás, mientras el otro queda desplegado. En muestras conservadas en fresco fue una de las especies que se reprodujo con mayor rapidez, durando en promedio la división celular 6.5 minutos.

Esta especie no aparece enlistada en las relaciones de López-Ochoterena y Roure-Cane (1970) ni en las de Ortega (1984) y Ortega *et al.* (1994). Este es el primer registro para México.

CYANOPHYTA

LÁMINA 1.

FIGURA 1. ***Aphanocapsa grevillei***. 800 X.

FIGURA 2. ***Chroococcus limneticus***. 1000 X.

FIGURA 3. ***Chroococcus turgidus***. 680 X.

FIGURA 4. ***Cyanotetras crucigenielloides***. 2000 X.

FIGURA 5. ***Cyanotetras*** sp. 1250 X.

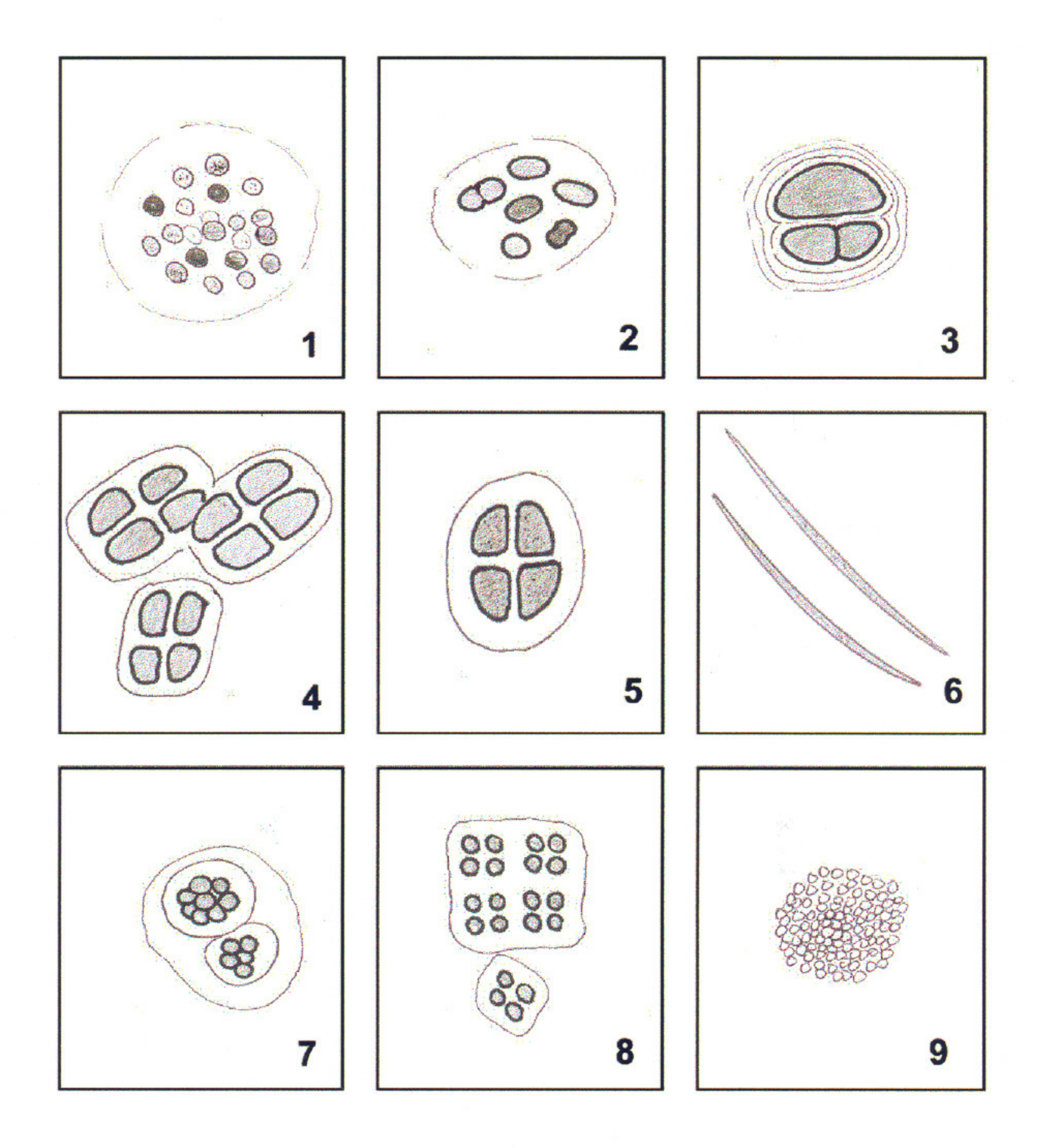
FIGURA 6. ***Dactylococcopsis acicularis***. 800 X.

FIGURA 7. ***Gloeocapsa*** sp. 1000 X.

FIGURA 8. ***Merismopedia*** sp. 1000 X.

FIGURA 9. ***Microcystis flos-aquae***. 1500 X.

LÁMINA 1



CYANOPHYTA

LÁMINA 2.

FIGURA 1. ***Synechocystis aquatilis***. 1000 X.

FIGURA 2. ***Lyngbya*** sp. 500 X.

FIGURA 3. ***Oscillatoria*** sp. 1000 X.

FIGURA 4. ***Oscillatoria agardhii***. 1250 X.

FIGURA 5. ***Anabaena*** sp. 500 X.

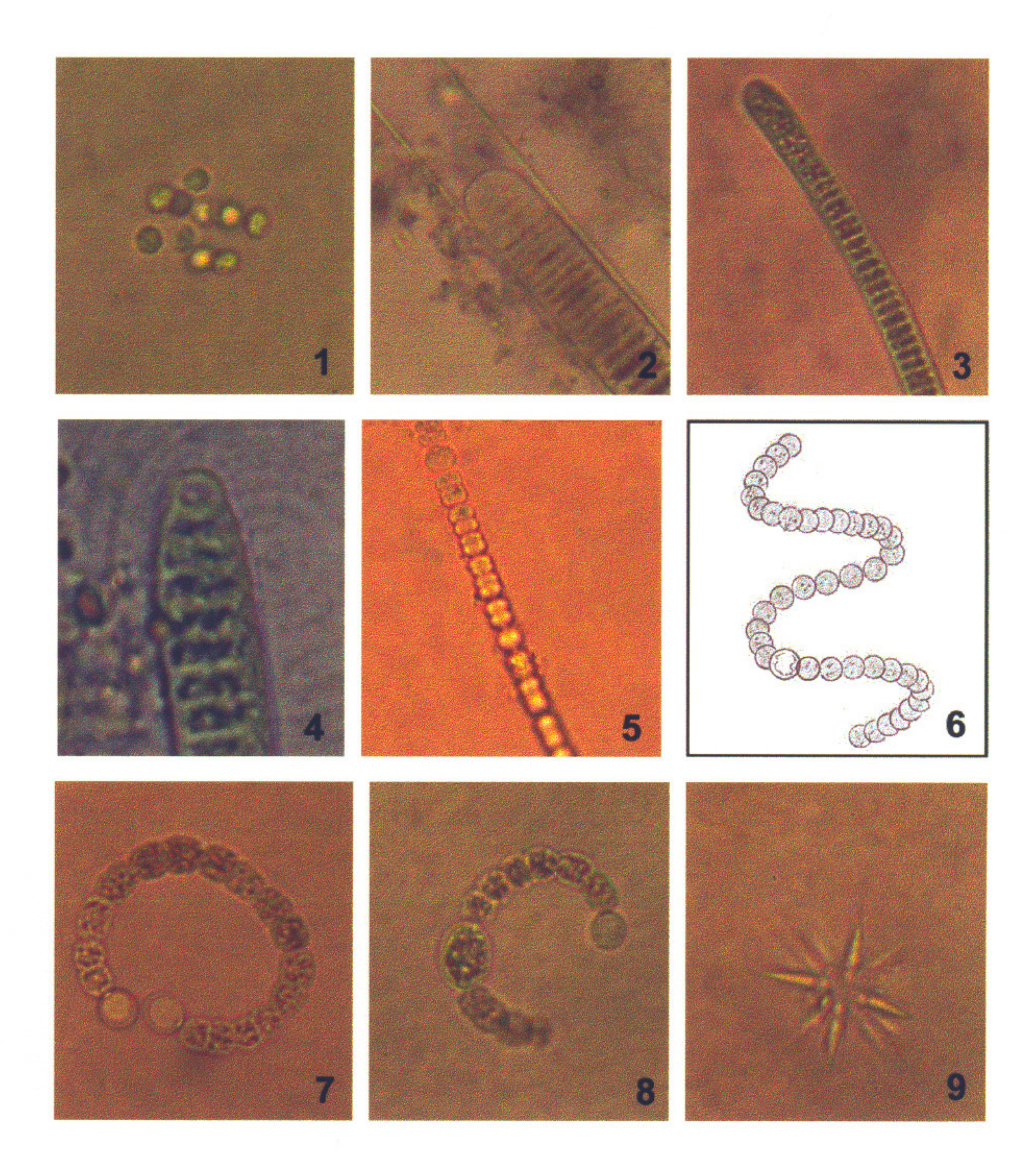
FIGURA 6. ***Anabaena spiroides***. 500 X.

FIGURA 7. ***Anabaenopsis elenkinii***. 500 X. (con heterocistos)

FIGURA 8. ***Anabaenopsis elenkinii***. 500 X. (con un acineto central)

FIGURA 9. ***Gloeotrichia*** sp. 400 X.

LÁMINA 2



CHLOROPHYTA

LÁMINA 3

FIGURA 1. ***Spermatozoopsis*** sp. 1500 X.

FIGURA 2. ***Carteria*** sp. 1200 X.

FIGURA 3. ***Chlamydomonas*** sp. 1125 X.

FIGURA 4. ***Chlorogonium*** sp. 1290 X.

FIGURA 5. ***Hyalogonium klebsi***. 1560 X.

FIGURA 6. ***Polytoma uvella***. 1000 X.

FIGURA 7. ***Vitreochlamys*** sp. 1250 X.

FIGURA 8. ***Coccomonas orbicularis***. 1250 X.

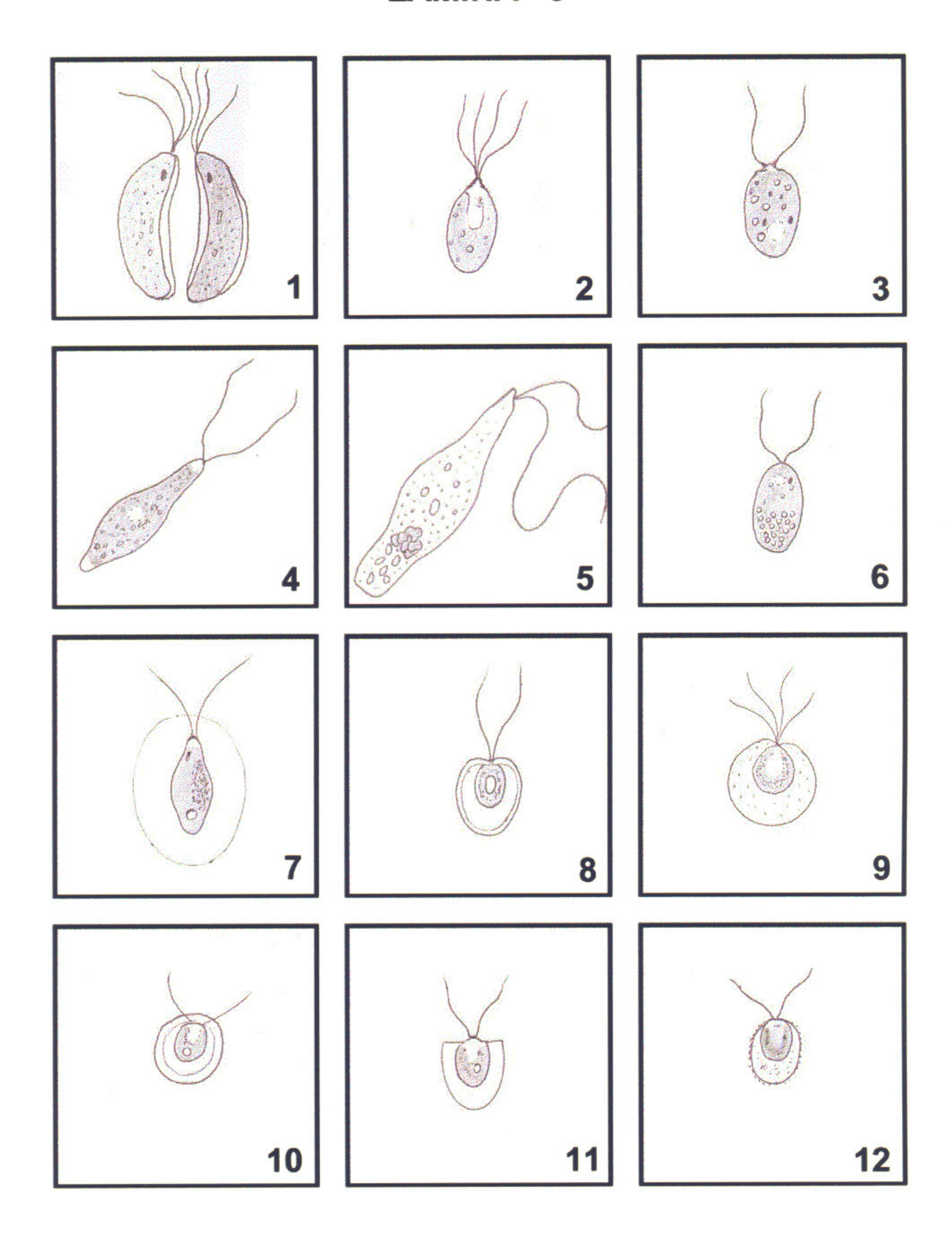
FIGURA 9. ***Pedinopera*** sp. 1250 X.

FIGURA 10. ***Phacotus*** sp. 1250 X.

FIGURA 11. ***Pteromonas*** sp. 1250 X.

FIGURA 12. ***Thoracomonas phacotoides***. 1250 X.

LÁMINA 3



CHLOROPHYTA

LÁMINA 4

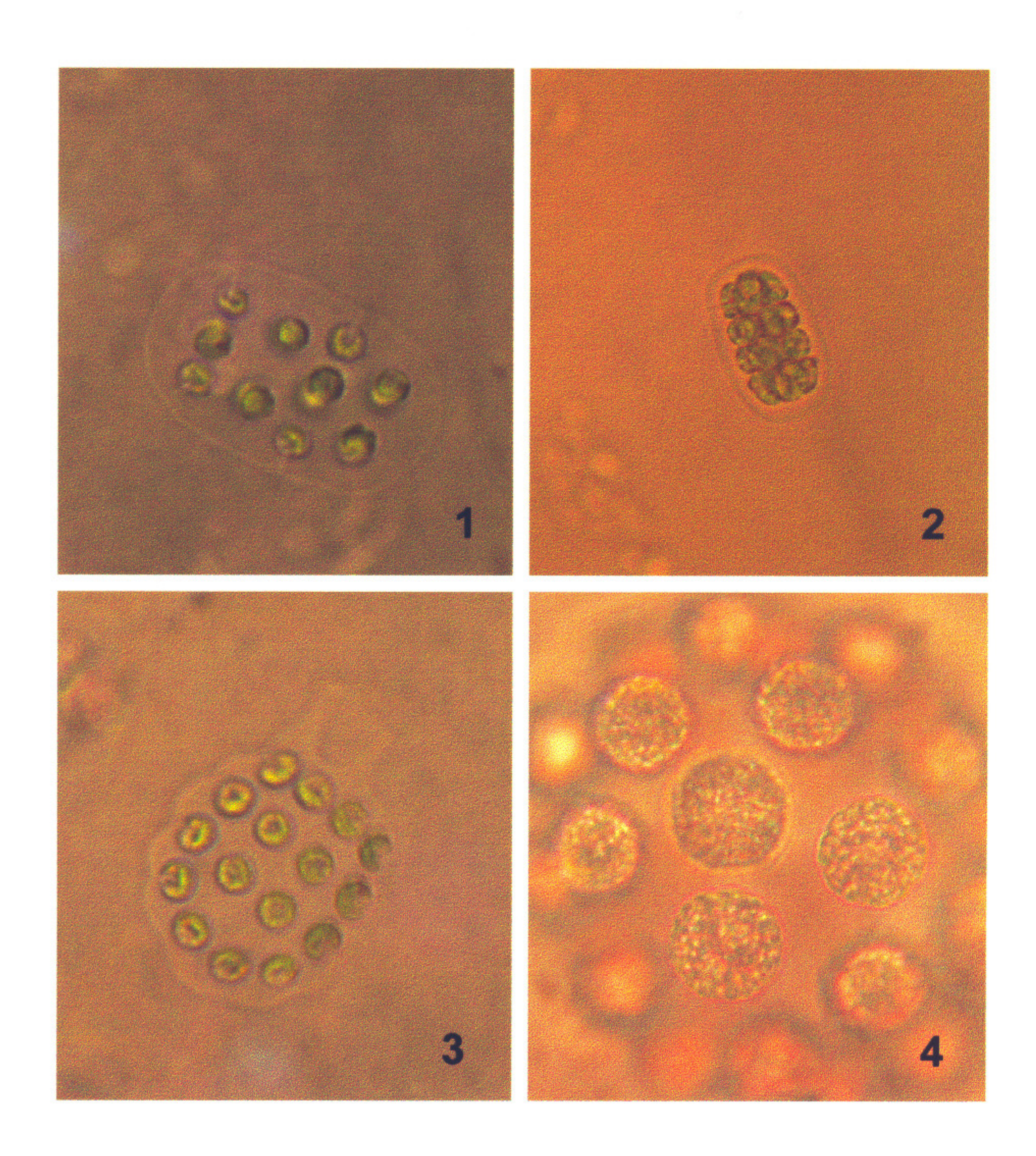
FIGURA 1. ***Eudorina*** sp. 1250 X.

FIGURA 2. ***Pandorina morum***. 1250 X.

FIGURA 3. ***Platydorina caudata***. 1250 X.

FIGURA 4. ***Pleodorina*** sp. (colonia de células hijas). 1250 X.

LÁMINA 4



CHLOROPHYTA

LÁMINA 5

FIGURA 1. ***Polyedriopsis gelatinosa***. 1250 X.

FIGURA 2. ***Schroederia spiralis***. 1250 X.

FIGURA 3. ***Tetraedron arthrodesmiforme***. 720 X.

FIGURA 4. ***Tetraedron caudatum***. 920 X.

FIGURA 5. ***Tetraedron minimum***. 1000 X.

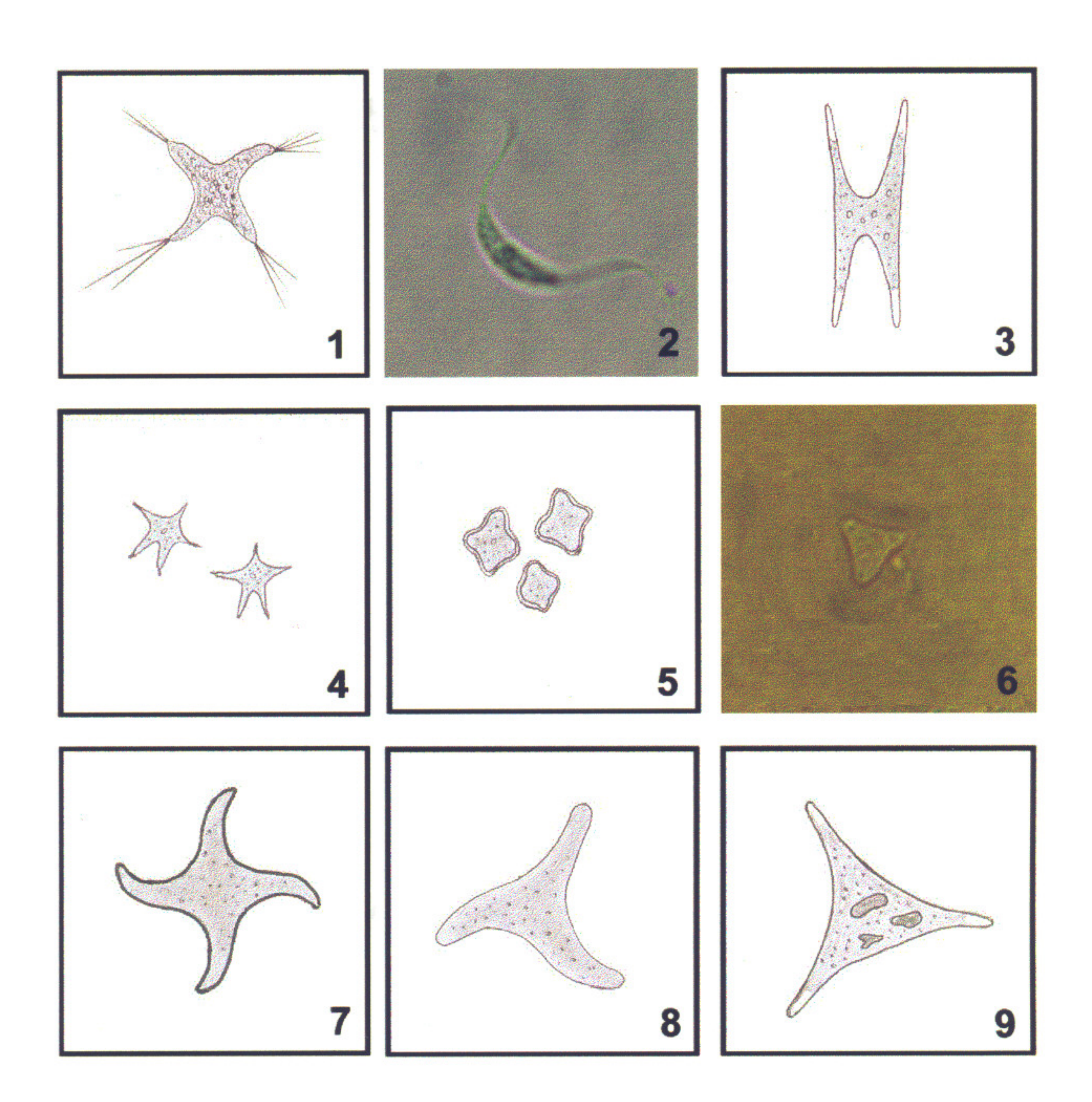
FIGURA 6. ***Tetraedron muticum***. 1250 X.

FIGURA 7. ***Tetraedron regulare*** var. ***torsum***. 1500 X.

FIGURA 8. ***Tetraedron trigonum*** var. ***gracile***. 1500 X.

FIGURA 9. ***Tetraedron trigonum*** var. ***trigonum***. 1500 X.

LÁMINA 5



CHLOROPHYTA

LÁMINA 6

FIGURA 1. ***Ankistrodesmus acicularis***. 500 X.

FIGURA 2. ***Ankistrodesmus angustus***. 1000 X.

FIGURA 3. ***Ankistrodesmus falcatus***. 430 X.

FIGURA 4. ***Ankistrodesmus spirilliformis***. 1000 X.

FIGURA 5. ***Chlorella miniata***. 900 X.

FIGURA 6. ***Chlorella vulgaris***. 1000 X.

FIGURA 7. ***Kirchneriella lunaris***. 1000 X.

FIGURA 8. ***Kirchneriella lunaris*** var. ***irregularis***. 1000 X.

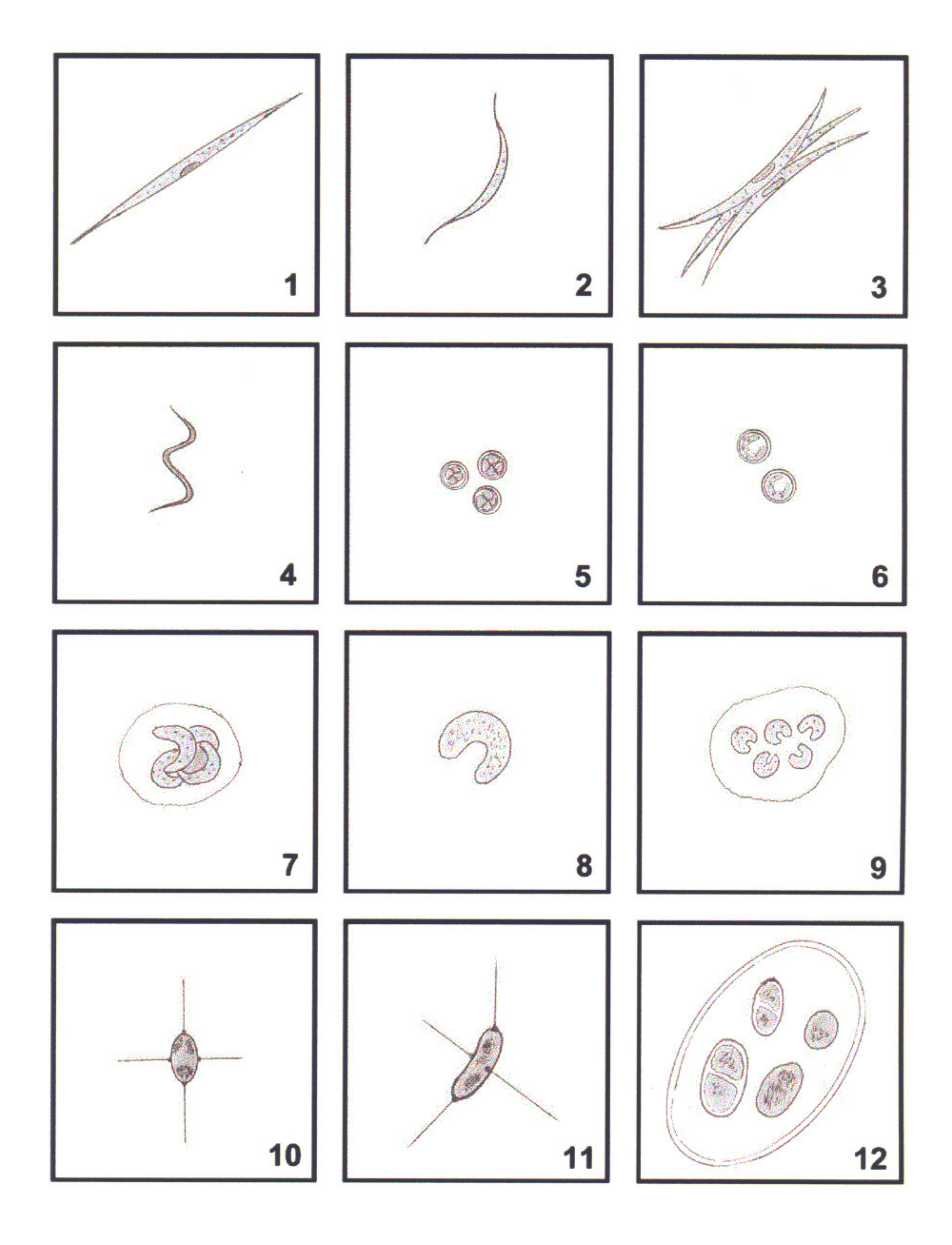
FIGURA 9. ***Kirchneriella obesa***. 1000 X.

FIGURA 10. ***Lagerheimia*** sp. 750 X.

FIGURA 11. ***Lagerheimia*** sp. 880 X.

FIGURA 12. ***Oocystis elliptica***. 1270 X.

LÁMINA 6



CHLOROPHYTA

LÁMINA 7

FIGURA 1. ***Quadrigula lacustris***. 1250 X.

FIGURA 2. ***Selenastrum gracile***. 1250 X.

FIGURA 3. ***Treubaria*** sp. 1250 X.

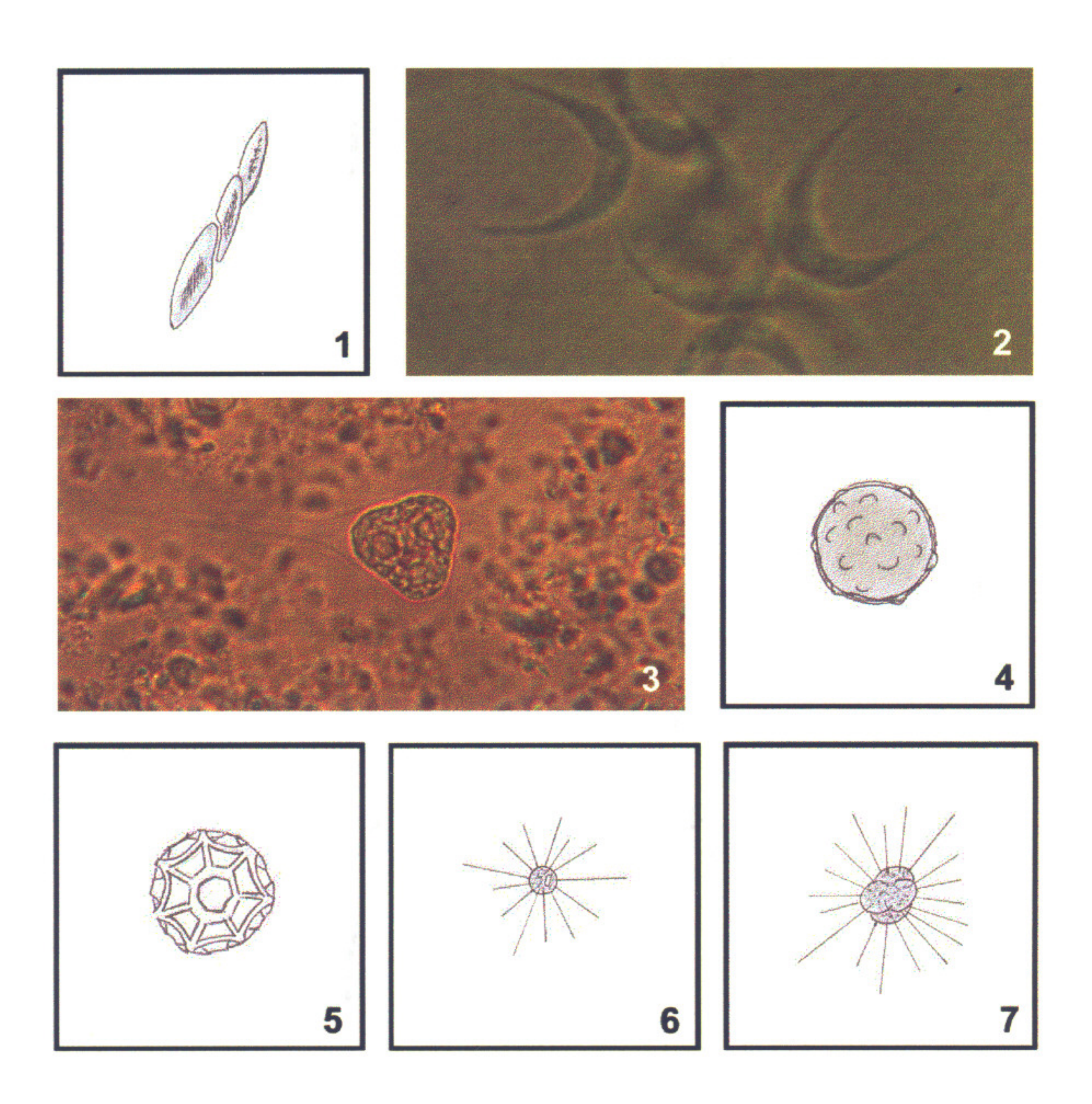
FIGURA 4. ***Trochiscia granulata***. 1500 X.

FIGURA 5. ***Trochiscia reticulata***. 1500 X.

FIGURA 6. ***Golenkinia*** sp. 500 X.

FIGURA 7. ***Micractinium pusillum***. 600 X.

LÁMINA 7



CHLOROPHYTA

LÁMINA 8

FIGURA 1. ***Crucigenia tetrapedia***. 1250 X.

FIGURA 2. ***Scenedesmus abundans***. 500 X.

FIGURA 3. ***Scenedesmus bicaudatus***. 500 X.

FIGURA 4. ***Scenedesmus denticulatus***. 700 X.

FIGURA 5. ***Scenedesmus dimorphus***. 1250 X.

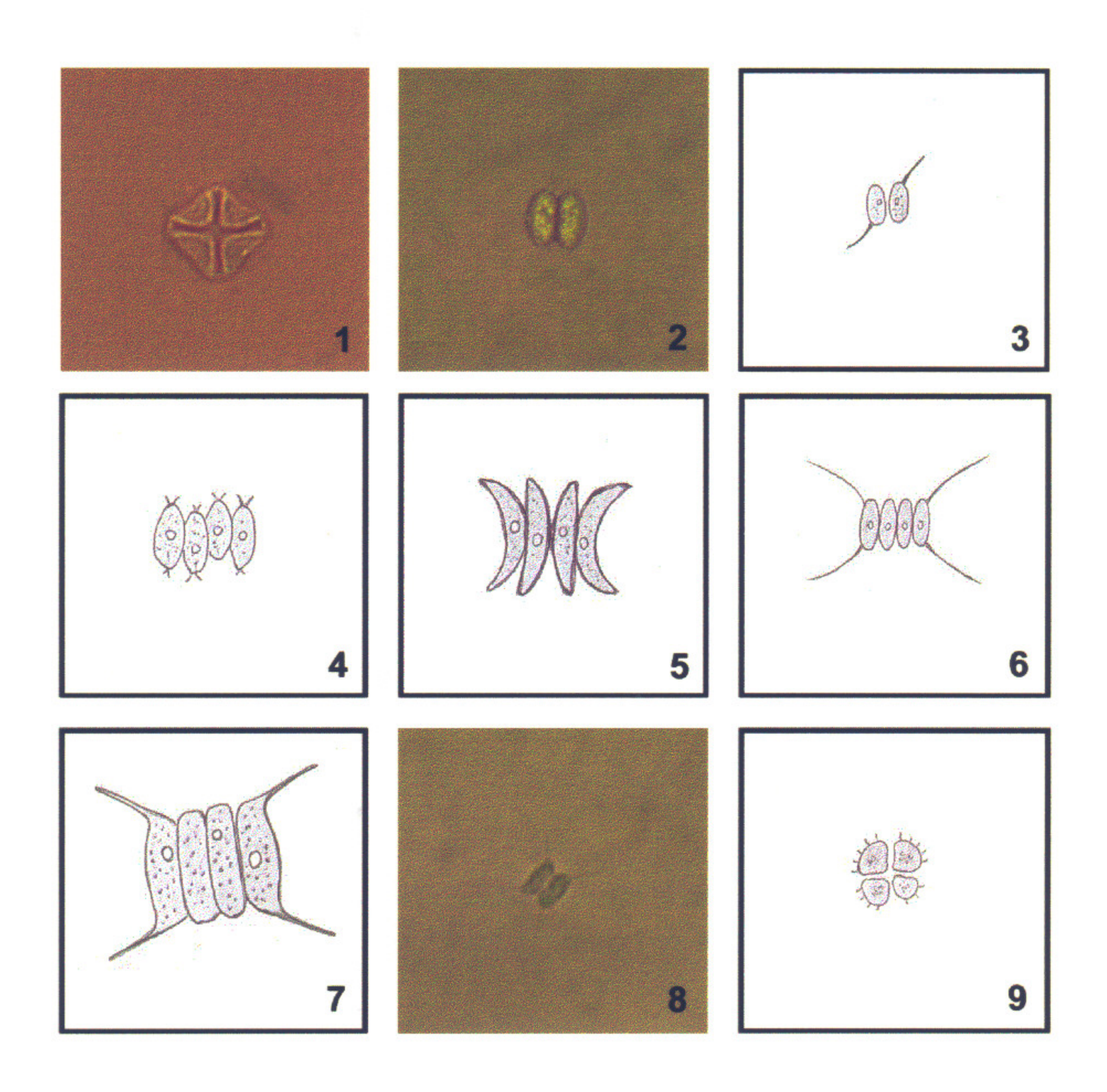
FIGURA 6. ***Scenedesmus longispina***. 800 X.

FIGURA 7. ***Scenedesmus quadricauda***. 1700 X.

FIGURA 8. ***Scenedesmus tenuispina***. 500 X.

FIGURA 9. ***Tetrastrum staurogeniaeforme***. 700 X.

LÁMINA 8



CHLOROPHYTA

LÁMINA 9

FIGURA 1. ***Pediastrum*** sp. 500 X.

FIGURA 2. ***Dispora crucigenioides***. 700 X.

FIGURA 3. ***Chlorosarcina*** sp. 800 X.

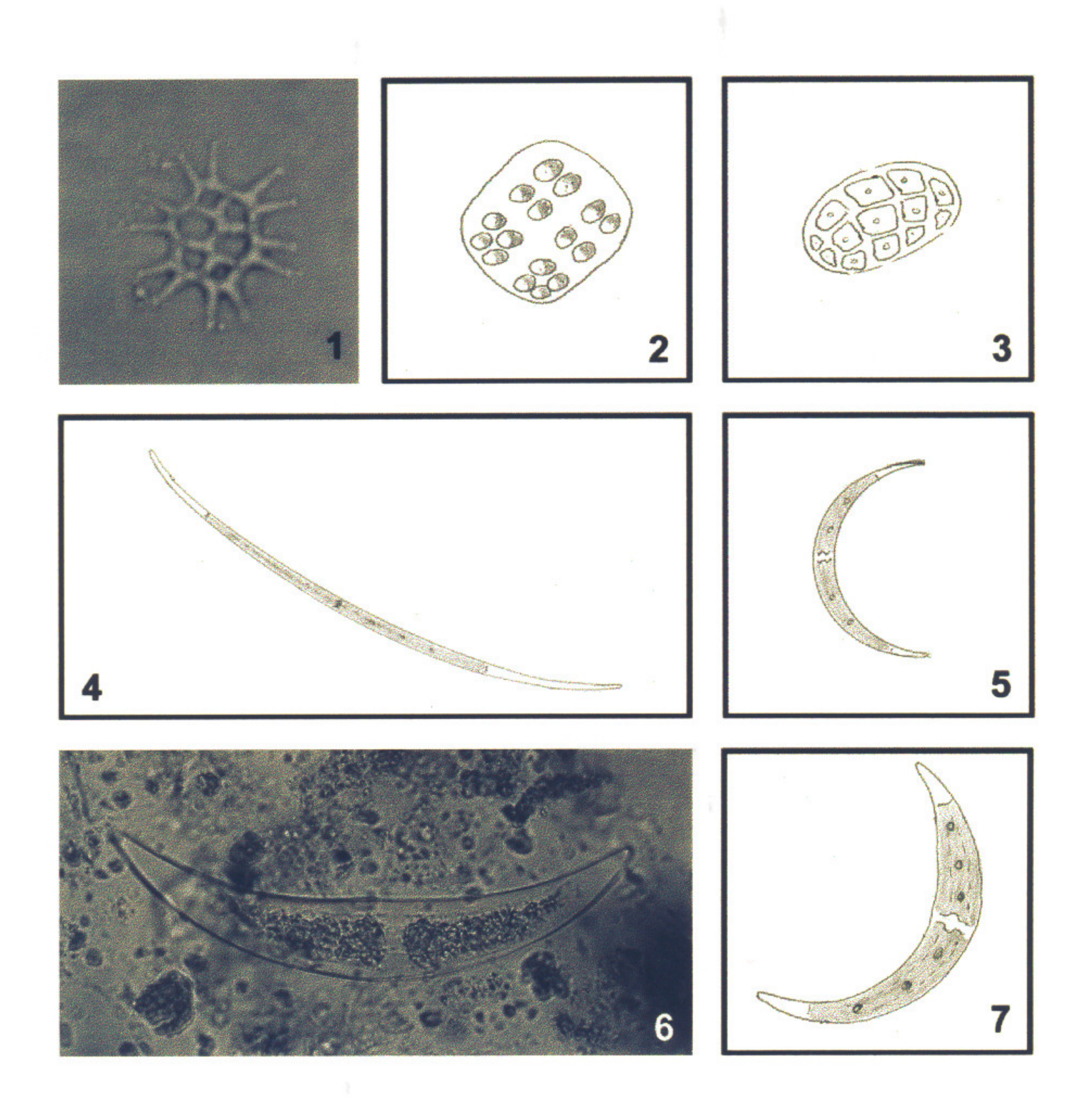
FIGURA 4. ***Closterium aciculare***. 500 X.

FIGURA 5. ***Closterium jenneri***. 500 X.

FIGURA 6. ***Closterium littorale***. 500 X.

FIGURA 7. ***Closterium parvulum*** var. ***majus***. 500 X.

LÁMINA 9



CHLOROPHYTA

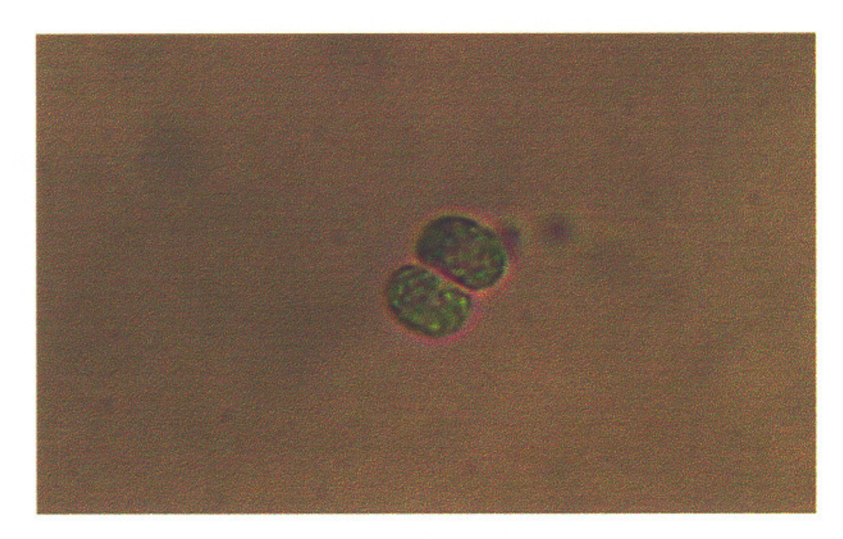
LÁMINA 10

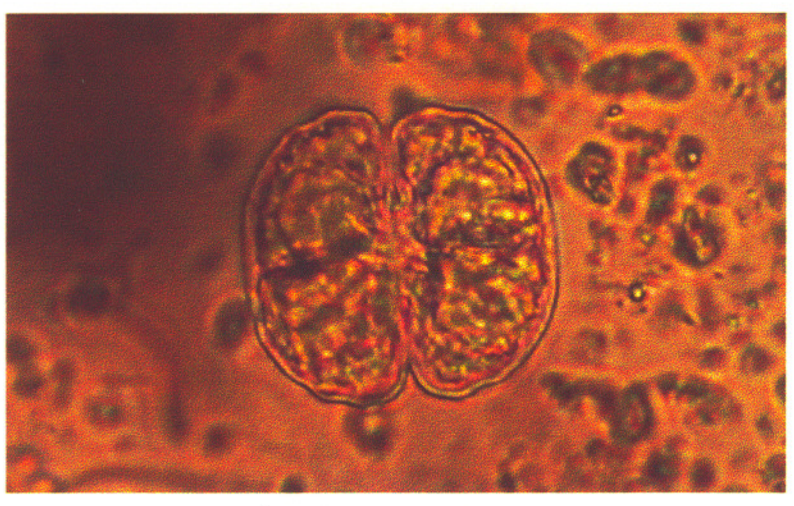
FIGURA 1. ***Cosmarium*** sp. 500 X.

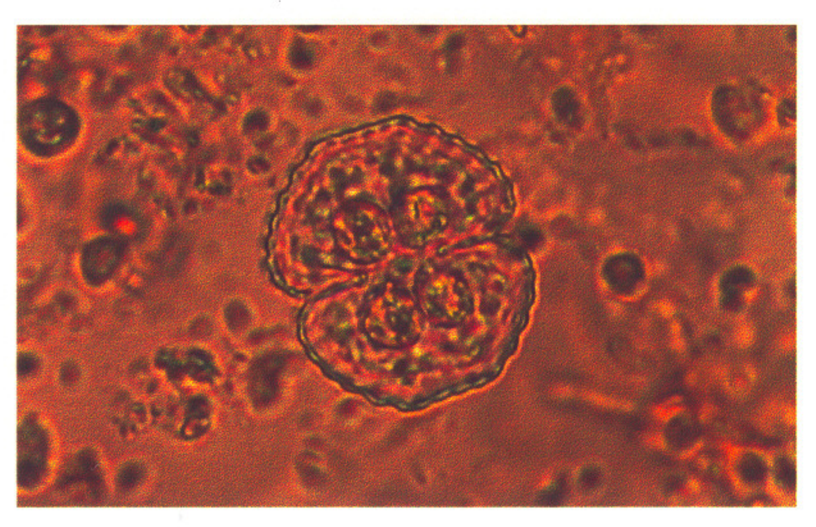
FIGURA 2. ***Cosmarium*** sp. 1000 X.

FIGURA 3. ***Cosmarium*** sp. 1000 X.

LÁMINA 10







EUGLENOPHYTA

LÁMINA 11

FIGURA 1. ***Euglena acus***. 1250 X.

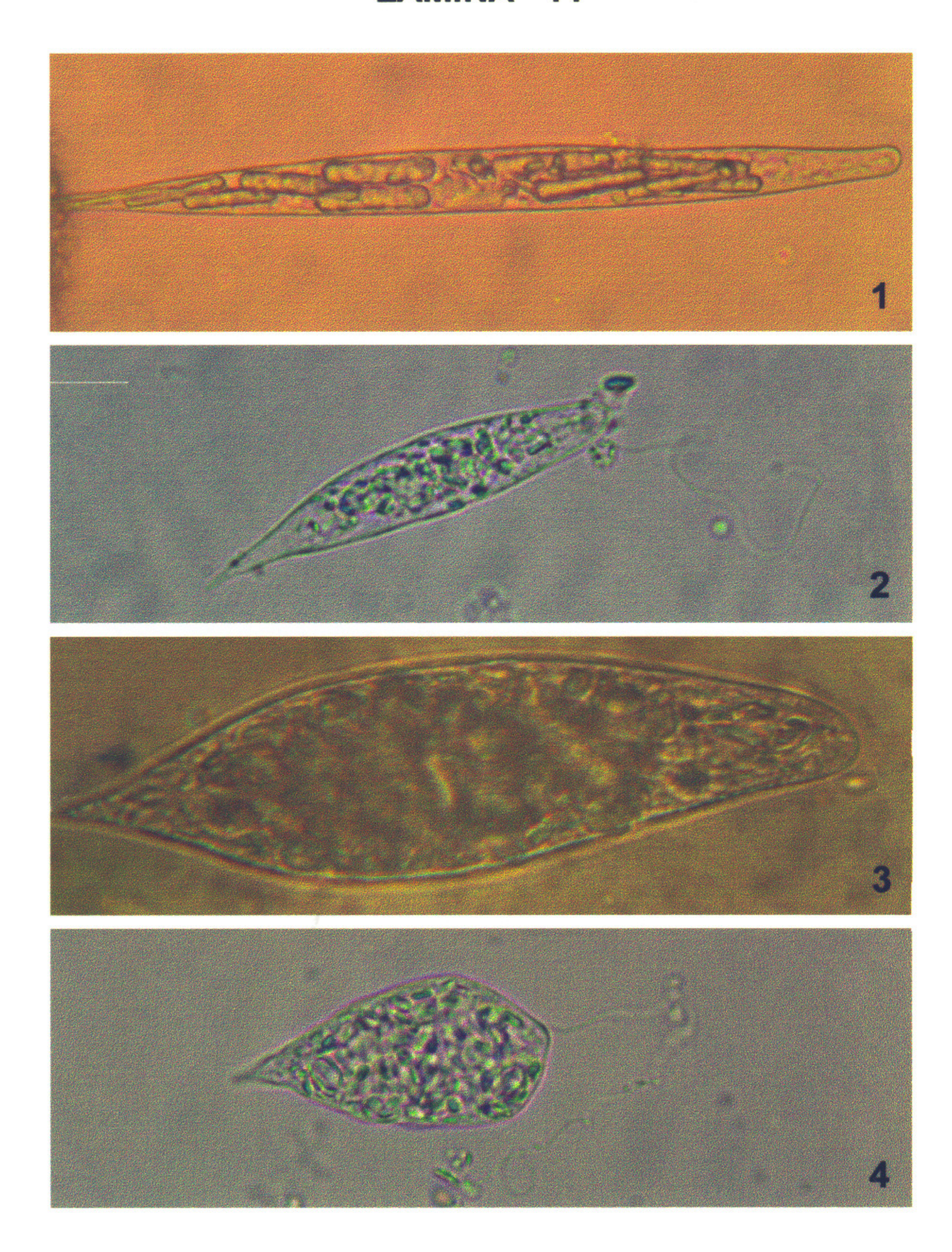
FIGURA 2. ***Euglena gracilis***. 1250 X.

FIGURA 3. ***Euglena rubra***. 1250 X.

FIGURA 4. ***Euglena*** sp. 1250 X.

* todas las figuras de esta lámina corresponden a especímenes preservados en formaldehido.

LÁMINA 11



EUGLENOPHYTA

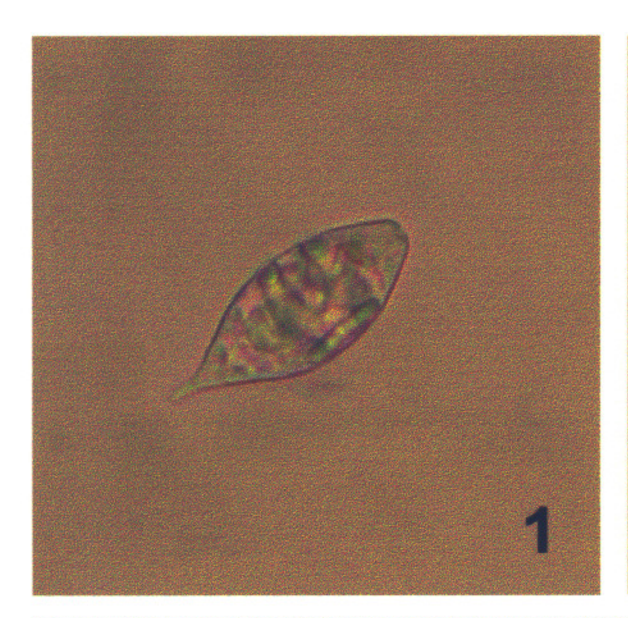
LÁMINA 12

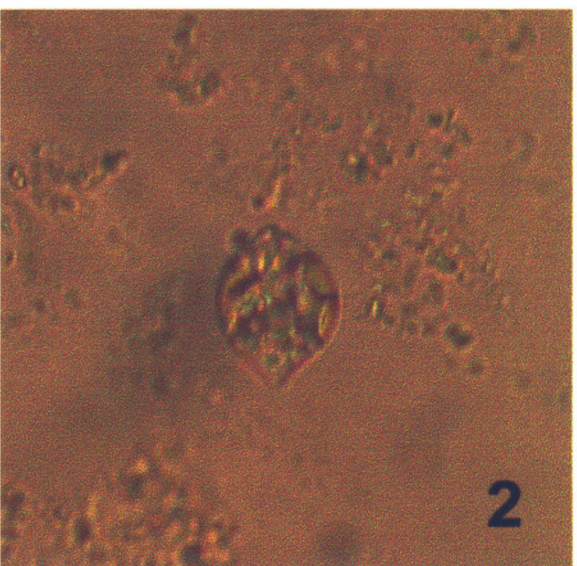
FIGURA 1. ***Lepocinclis caudata***. 500 X.

FIGURA 2. ***Lepocinclis ovum***. 500 X.

FIGURA 3. ***Lepocinclis salina***. 1250 X.

LÁMINA 12





3

EUGLENOPHYTA

LÁMINA 13

FIGURA 1. ***Phacus horridus***. 1250 X.

FIGURA 2. ***Phacus longicauda***. 1250 X.

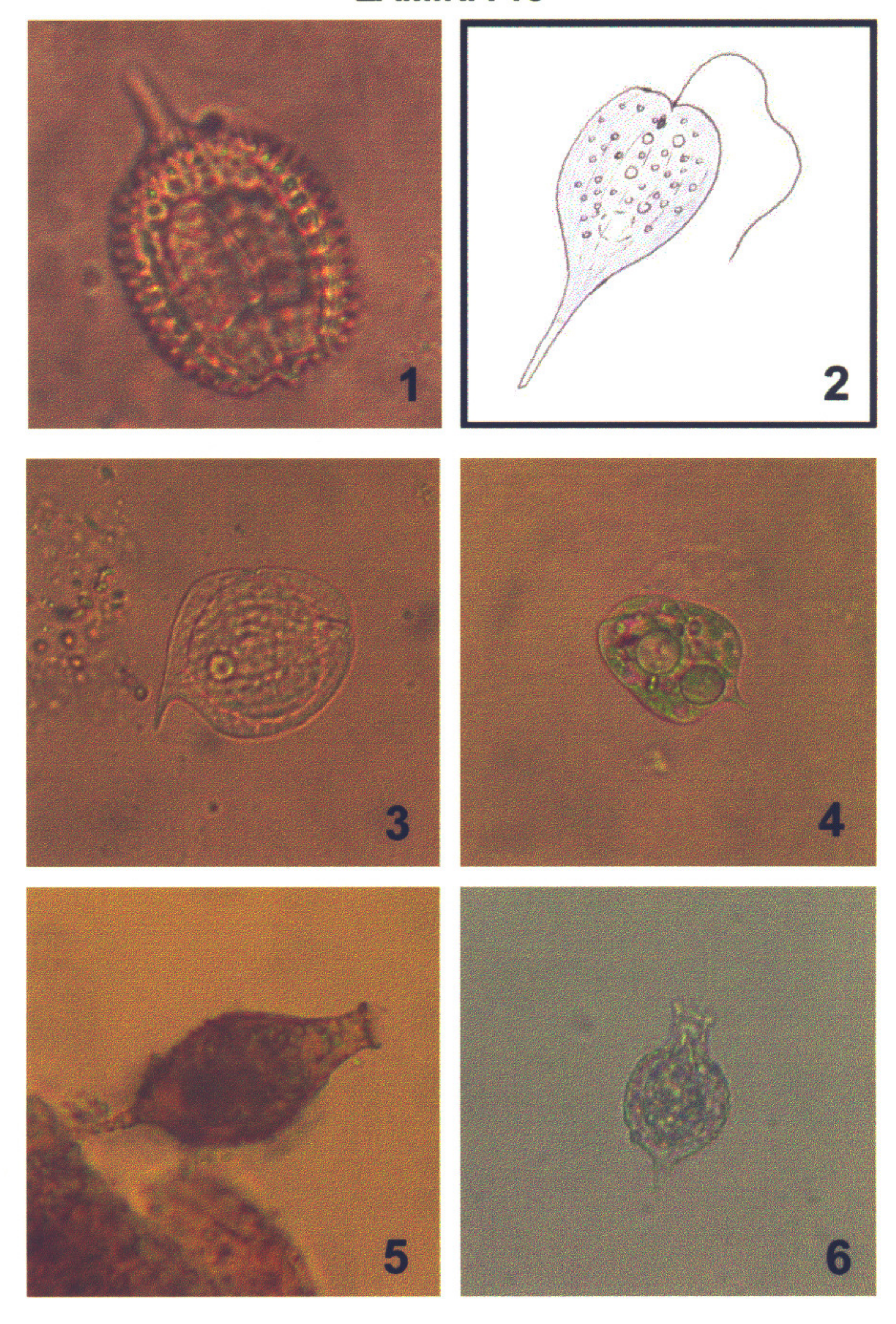
FIGURA 3. ***Phacus*** sp. 1250 X.

FIGURA 4. ***Phacus triqueter***. 1250 X.

FIGURA 5. ***Strombomonas*** sp. 1250 X.

FIGURA 6. ***Strombomonas*** sp. 1250 X.

LÁMINA 13



EUGLENOPHYTA

LÁMINA 14

FIGURA 1. ***Trachelomonas abrupta*** f. ***angustata***. 1250 X.

FIGURA 2. ***Trachelomonas armata***. 1250 X.

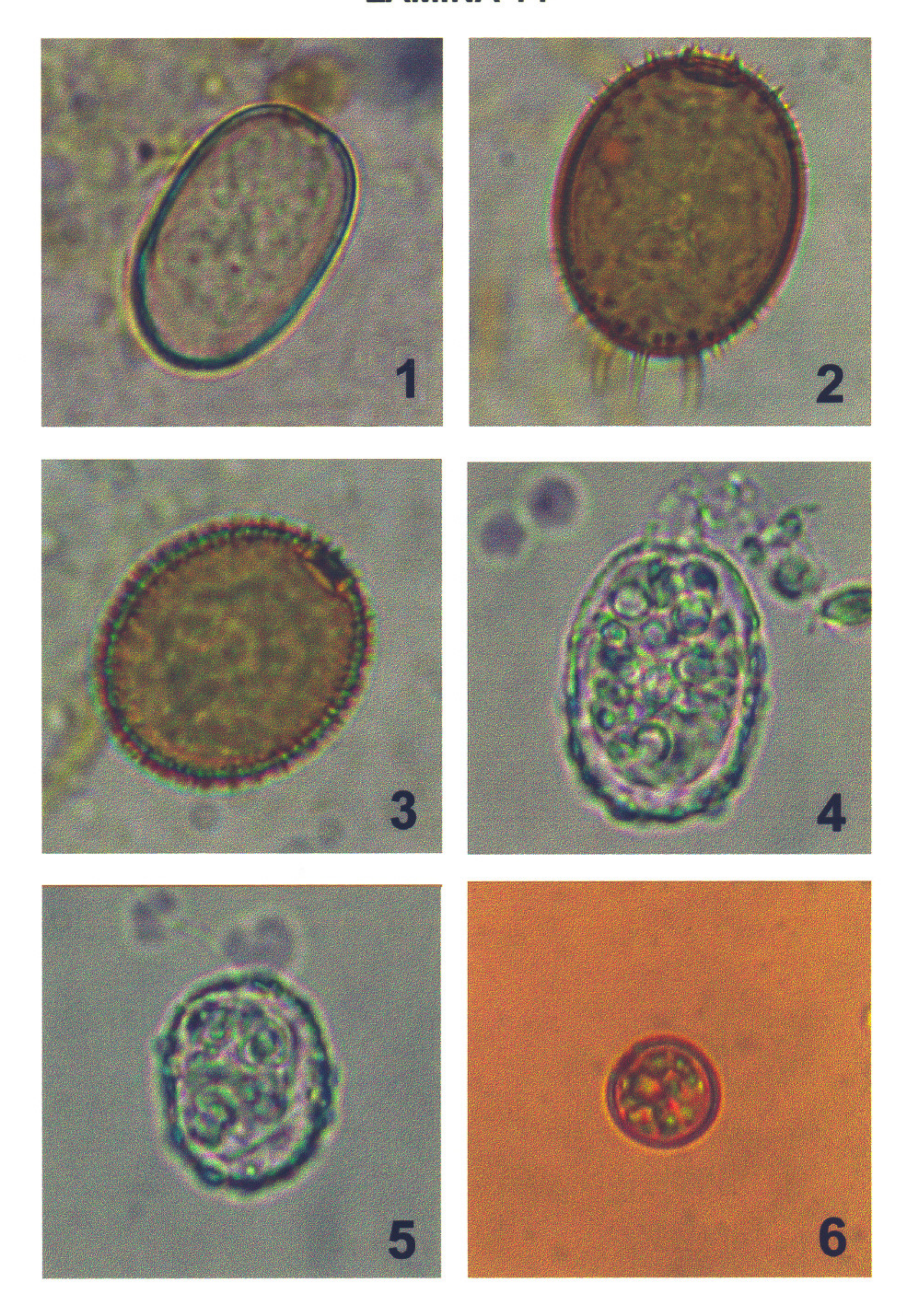
FIGURA 3. ***Trachelomonas hispida***. 1250 X.

FIGURA 4. ***Trachelomonas scabra*** var. ***ovata*** f. ***minor***. 1250 X.

FIGURA 5. ***Trachelomonas scabra*** var. ***scabra***. 1250 X.

FIGURA 6. ***Trachelomonas volvocina***. 1250 X.

LÁMINA 14



CHRYSOPHYTA

LÁMINA 15

FIGURA 1. ***Botrydiopsis*** sp. 1250 X.

FIGURA 2. ***Goniochloris sculpta***. 1500 X.

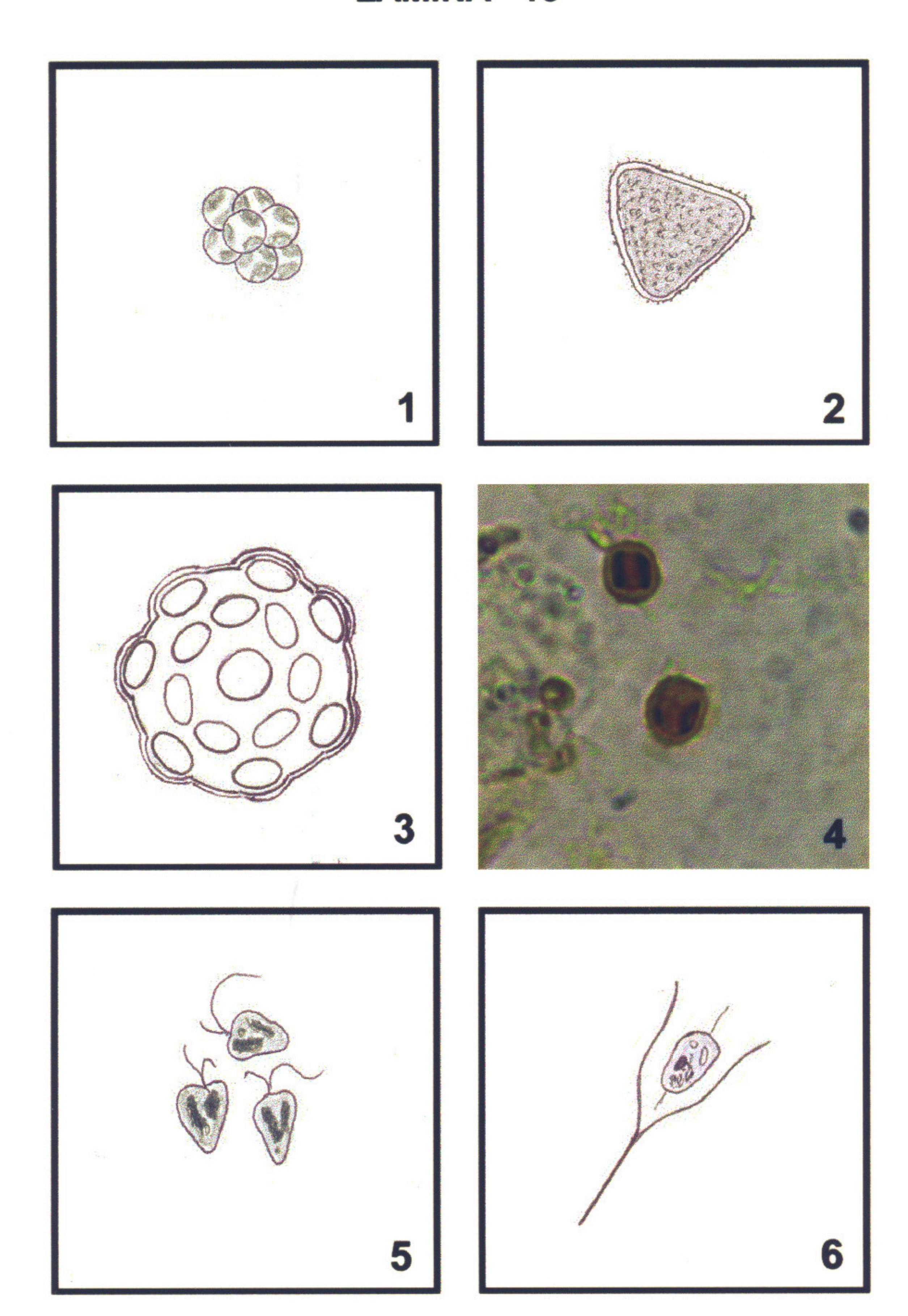
FIGURA 3. ***Keriosphaera gemma***. 1500 X.

FIGURA 4. ***Chromulina pascheri***. 1000 X.

FIGURA 5. ***Ochromonas minuta***. 1000 X.

FIGURA 6. ***Dinobryon*** sp. 1250 X.

LÁMINA 15



CHRYSOPHYTA

LÁMINA 16

FIGURA 1. ***Cyclotella meneghiniana*** (vista valvar). 1250 X.

FIGURA 2. ***Melosira roseana*** (vista valvar). 1250 X.

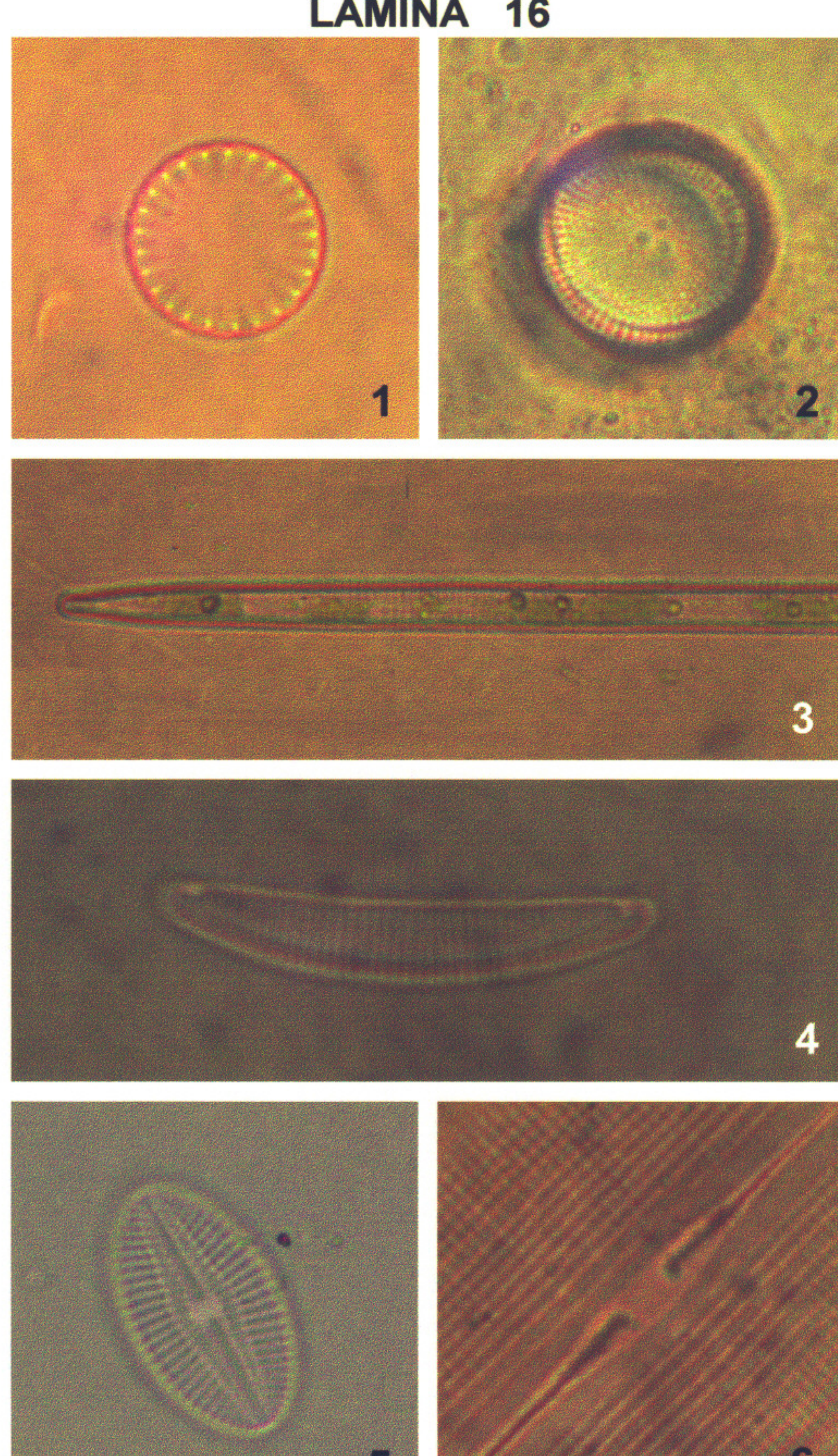
FIGURA 3. ***Synedra ulna*** (vista valvar) 500 X.

FIGURA 4. ***Eunotia pectinalis*** var. ***minor*** (vista valvar). 1250 X.

FIGURA 5. ***Diploneis puella*** (vista valvar). 1250 X.

FIGURA 6. ***Frustulia rhomboides*** (vista valvar). 1250 X. Detalle de la parte media de la valva donde se aprecian el nódulo central, el rafe y las estrías.

LÁMINA 16



CHRYSOPHYTA

LÁMINA 17

FIGURA 1. ***Pinnularia nobilis*** (vista valvar). 500 X.

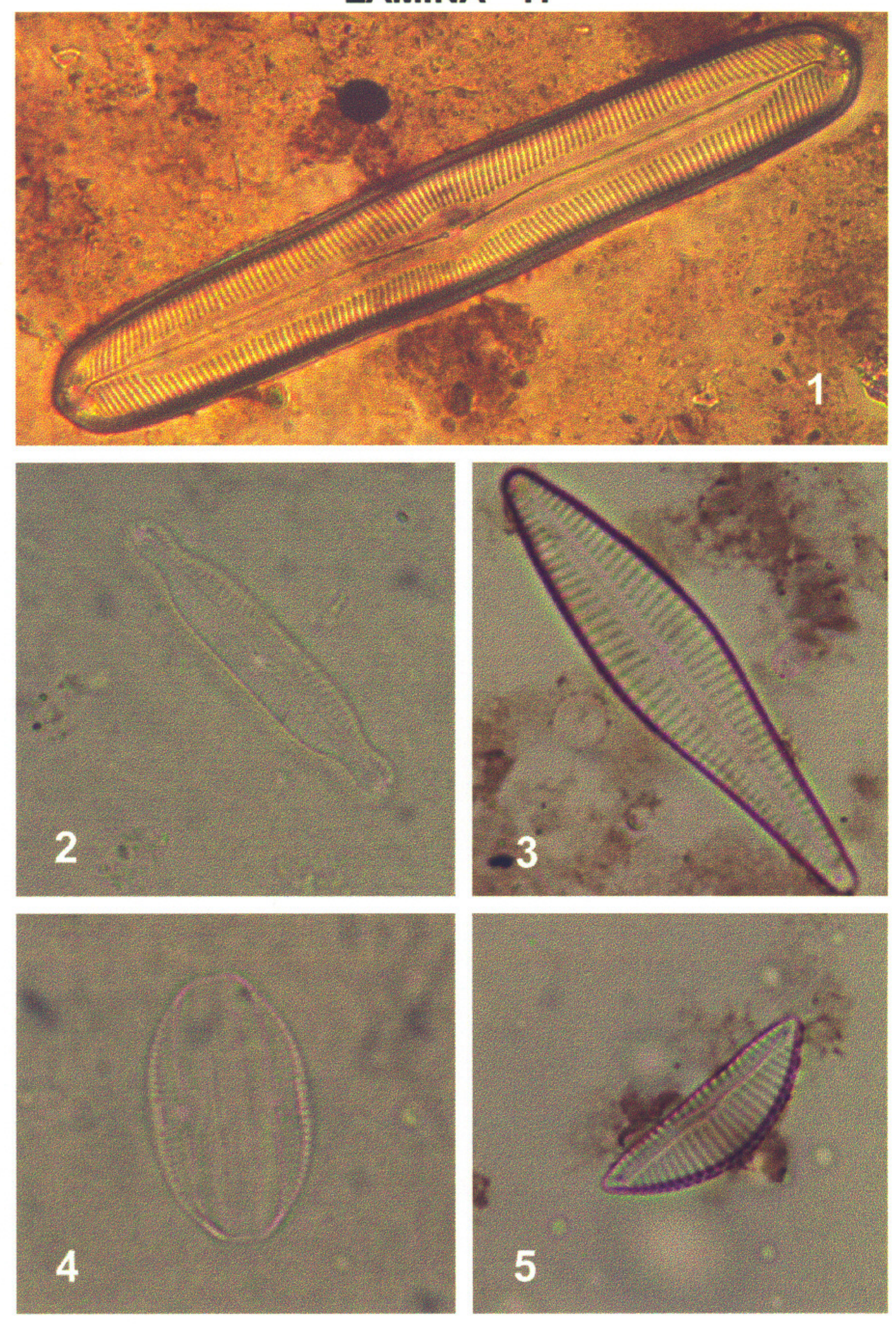
FIGURA 2. ***Pinnularia*** sp. (vista valvar). 1250 X.

FIGURA 3. ***Gomphonema subclavatum*** (vista valvar). 500 X.

FIGURA 4. ***Amphora ovalis*** (vista valvar). 1250 X.

FIGURA 5. ***Cymbella turgida*** (vista valvar). 1250 X.

LÁMINA 17



CHRYSOPHYTA

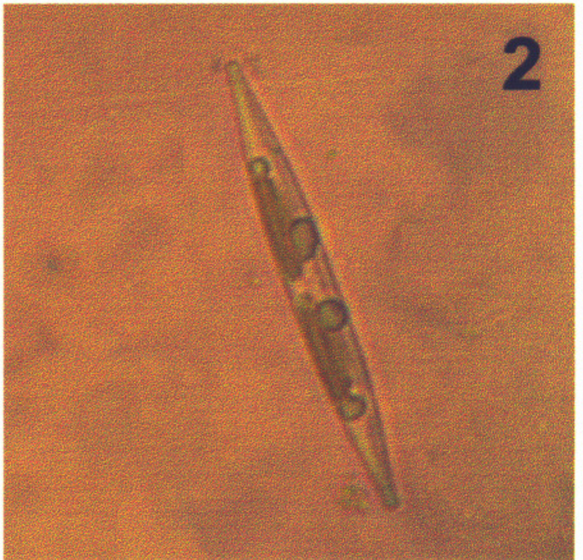
LÁMINA 18

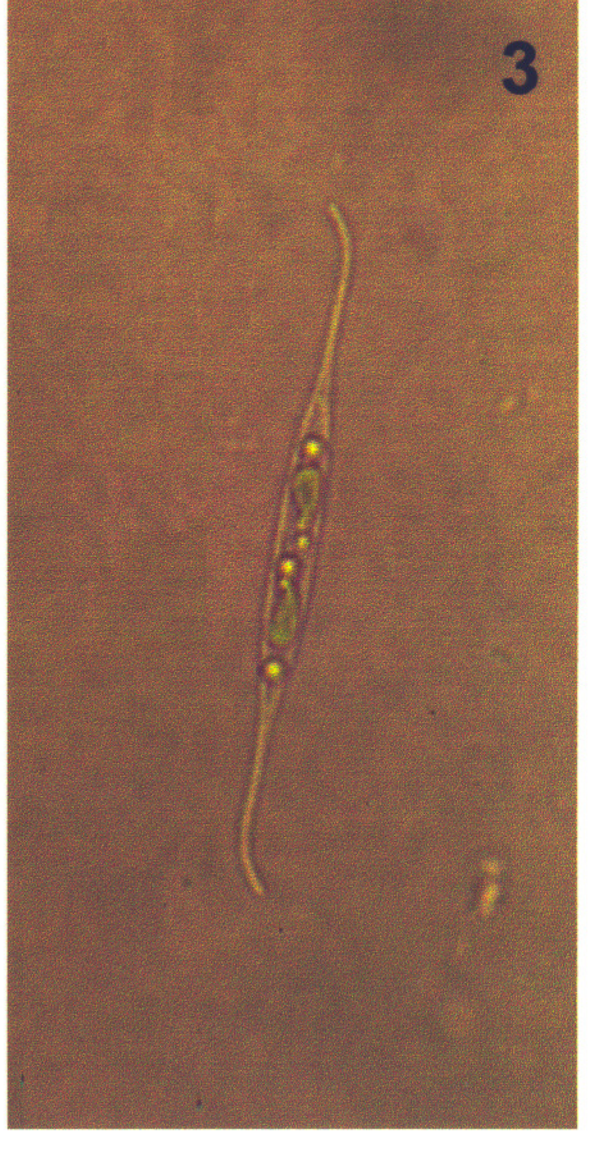
FIGURA 1. ***Hantzschia amphioxys*** (vista valvar). 500 X.

FIGURA 2. ***Nitzschia palea*** (vista valvar). 1250 X.

FIGURA 3. ***Nitzschia*** (***Nitzschiellae***) ***acicularis*** var. ***closterioides*** (vista valvar). 1250 X.

LÁMINA 18





PYRRHOPHYTA
Y
CRYPTOPHYTA

LÁMINA 19

FIGURA 1. ***Glenodinium*** sp. 500 X.

FIGURA 2. ***Glenodinium*** sp. 1250 X.

FIGURA 3. ***Peridinium*** sp. 500 X.

FIGURA 4. ***Peridinium*** sp. 1250 X.

FIGURA 5. ***Chilomonas oblonga***. 500 X.

FIGURA 6. ***Chilomonas oblonga***. 500 X.

LÁMINA 19